

UNIVERZITA KARLOVA
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní obor: Povrchová a podzemní voda
Studijní program: Hydrologie a hydrogeologie



Miroslav Jonáš

**Hydromorfologický průzkum jako podklad pro návrh revitalizačních
opatření vodních toků v intravilánech**

*Hydromorphological survey as a basis for restoration measures of streams
in urban areas*

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Milada Matoušková, Ph.D.

Praha, 2020

Zadání bakalářské práce

Název práce: Hydromorfologický průzkum jako podklad pro návrh revitalizačních opatření vodních toků v intravilánech

Cíle práce:

Hlavním cílem práce je využití metody hydromorfologického průzkumu pro optimalizaci návrhu revitalizačních opatření drobných vodních toků v intravilánech.

Bakalářská práce se zabývá využitím hydromorfologického průzkumu, konkrétně metody hydroekologického monitoringu HEM Langhammer, Hartvich (2014) pro analýzu antropogenní modifikace zájmových páteřních vodních toků v povodí Bouřlivce. Teoretická část práce je zaměřená na hydromorfologický průzkum, vhodné revitalizační metody a techniky v intravilánech.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje:

- rešeršní část zaměřenou na hydromorfologické metody a revitalizační opatření v intravilánech
- FG charakteristiku zájmového povodí
- aktuální zhodnocení hydromorfologického stavu zájmových páteřních vodních toků pomocí metody HEM (Langhammer, Hartvich, 2014)
- charakteristiku zvoleného úseku pro návrh revitalizačních opatření v intravilánu
- Datové zdroje: odborná literatura (WOS – např. časopisy Restoration Ecology, River Research and Application, Applied Ecology, SCOPUS, ScienceDirect, Geobase, domácí odborná periodika), mapové a distanční datové podklady, databáze ČHMÚ, informace od správců toků, terénní průzkum.

Datum zadání: 14. 11. 2019

Jméno studenta: Miroslav Jonáš

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: RNDr. Milada Matoušková, Ph.D.

Podpis vedoucího práce:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného či stejného akademického titulu.

V Praze dne 13.8. 2020

.....

Miroslav Jonáš

Tato práce by nemohla vzniknout bez obětavého a odborného vedení RNDr. Milady Matouškové, Ph.D., které tímto srdečně děkuji za cenné poznámky a čas strávený při konzultacích. Za praktické rady k aplikaci metodiky HEM, děkuji prof. RNDr. Jakubu Langhammerovi, Ph.D. Za poskytnutí dalších vybraných dat děkuji: podniku Povodí Ohře, s.p., Bc. Václavu Sedláčkovi (ČHMÚ), Ing. Aleně Šťovíčkové a Mgr. Jiří Votrubci (AOPK ČR). Závěrem chci poděkovat celé své rodině a přátelům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

Abstrakt

Tato práce se zabývá hydromorfologickým průzkumem pomocí metodiky HEM (Langhammer, Hartvich 2014) a její aplikací na páteční toky povodí Bouřlivce. Cílem je určení především rozsahu antropogenních modifikací na těchto tocích a jejich následná klasifikace dle odpovídajících tříd hydromorfologické kvality. Souhrnně bylo terénním monitoringem mapováno 28,107 km vodních toků, které byly rozděleny do 101 morfologicky jedinečných úseků. Každému úseku byla dle vypočítaného hydromorfologického stavu přidělena hydromorfologická třída kvality. U pouhých 4,28 % těchto úseků byl konstatován přírodě blízký stav. Zbylých 95,72 % úseků vykazuje známky antropogenních modifikací, které jsou patrné zejména v úsecích protínající intravilány měst či obcí. Nejvyšší míra antropogenních modifikací byla identifikována u celkem 1,02 % úseků, kterým byla přiřazena nejhorší třída hydromorfologické kvality. Úseky, které lze hodnotit jako značně modifikované, tvoří 18,24 % mapované oblasti a středně modifikované úseky pokrývají 29,57 % zájmového území. Ze závěrečného porovnání obou zkoumaných toků jednoznačně vyplývá, že Loučenský potok výrazně převyšuje Bouřlivec, a to jak kvalitou hydromorfologických a ekohydrologických ukazatelů, tak i z hlediska hydrobiologie a biodiverzity. Výsledky terénního průzkumu jsou prezentovány v ucelených tabulkách, na jejichž podkladu jsou v závěrečné diskuzi nastíněny potenciálně vhodné úseky k aplikaci revitalizačních opatření.

Klíčová slova: Hydromorfologie, hydromorfologický průzkum, revitalizace, antropogenní modifikace

Abstract

This thesis deals with hydromorphological survey using the HEM methodology (Langhammer, Hartvich 2014) and its application to the backbone streams of the Bouřlivec catchment. The aim is to determine the extent of anthropogenic modifications on these streams and their subsequent classification according to the corresponding classes of hydromorphological quality. In summary, 28,107 km of watercourses were mapped by field monitoring, which were divided into 101 morphologically unique sections. Each section was assigned a hydromorphological quality class according to the calculated hydromorphological status. In only 4,28 % of these sections, a state close to nature was stated. The remaining 95,72 % of sections show signs of anthropogenic modifications, which are evident especially in sections intersecting urban areas of towns and municipalities. The highest rate of anthropogenic modifications was identified in a total of 1,02 % of sections, which were assigned the worst class of hydromorphological quality. The sections that can be assessed as significantly modified make up to 18,24 % of the mapped area and the moderately modified sections cover 29,57 % of the area of interest. The final comparison of the two investigated streams clearly shows that the Loučenský brook significantly exceeds Bouřlivec, both in terms of quality of hydromorphological and ecohydrological indicators, as well as in terms of hydrobiology and biodiversity. The results of the field survey are presented in comprehensive tables, on the basis of which potentially suitable sections for the application of restoration projects are discussed in the final discussion.

Key words: Hydromorphology, hydromorphological research, restoration, anthropogenic modifications

Obsah

1.	Úvod a cíle práce	16
2.	Revitalizace vodních toků	17
2.1	Revitalizace v intravilánech měst a obcí	17
3.	Fluviálně-morfologické charakteristiky koryta	21
3.1	Koryto a kapacita koryta	21
3.2	Stabilita a opevnění koryta	23
3.3	Vhodné materiály k opevnění koryta	25
3.3.1	Vegetace	25
3.3.2	Kamenivo	26
3.3.3	Biotechnický přístup	28
3.4	Drsnost koryta	30
4.	Vegetační doprovod	33
4.1	Vegetační doprovod v intravilánech měst a obcí	35
4.2	Břehové porosty	35
4.3	Doprovodné porosty	37
5.	Metodika a zdroje dat	39
5.1	Hydromorfologický průzkum	39
5.1.1	Metodika HEM	39
5.2	Terénní mapování za použití metodiky HEM	42
5.2.1	Příprava podkladů pro terénní mapování dle distančních dat	44
5.3	Postup mapování hodnotících parametrů	44
5.3.1	Upravenost trasy toku (TRA)	45
5.3.2	Variabilita šířky koryta (VSK)	46
5.3.3	Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)	47
5.3.4	Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	47
5.3.5	Dnový substrát (DNS)	47
5.3.6	Upravenost dna (UDN)	48
5.3.7	Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	48
5.3.8	Struktury dna (STD)	48

5.3.9	Charakter proudění (PRO)	49
5.3.10	Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	49
5.3.11	Podélná průchodnost koryta (PPK)	49
5.3.12	Upravenost břehu (UBR)	50
5.3.13	Břehová vegetace (BVG)	50
5.3.14	Využití příbřežní zóny (VPZ)	50
5.3.15	Využití údolní nivy (VNI)	51
5.3.16	Průchodnost inundačního území (PIN)	51
5.3.17	Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	52
5.4	Transformace GPS souřadnic úseků do systému S-JTSK	52
5.5	Skórování hodnotících parametrů	54
5.5.1	Určení typologie vodního útvaru	54
5.5.2	Výpočet hydromorfologického stavu úseku a vybraných zón	56
5.5.3	Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru	57
5.6	Zdroje dat	57
6.	Fyzicko-geografická charakteristika zájmového území	58
6.1	Vymezení zájmového území v rámci České republiky	58
6.2	Geologické a geomorfologické poměry	58
6.3	Klimatické a hydrologické poměry	63
6.4	Pedologické a biogeografické poměry	66
6.5	Land Use	68
7.	Výsledky	72
7.1	Rozvržení úseků, stanovení referenčních podmínek a zpracování dat	72
7.2	Koryto a trasa toku	74
7.2.1	Bouřlivec	74
7.2.2	Loučenský potok	75
7.3	Dno a podélný profil	76
7.3.1	Bouřlivec	77
7.3.2	Loučenský potok	78
7.4	Břeh a příbřežní zóna	79

7.4.1	Bouřlivec	80
7.4.2	Loučenský potok	81
7.5	Inundační území	83
7.5.1	Bouřlivec	83
7.5.2	Loučenský potok	84
7.6	Celkový hydromorfologický stav	86
7.6.1	Bouřlivec	86
7.6.2	Loučenský potok	89
8.	Rozbor výsledků a diskuze	91
9.	Závěr	96
10.	Seznam literatury	97
10.1	Internetové zdroje a zdroje mapových podkladů	103
11.	Přílohy	105

Seznam grafických prvků

Seznam obrázků

- Obr. 1 – Navýšení heterogenity dna a průtočné kapacity koryta ve stísněných podmínkách
- Obr. 2 – Schéma syntézy travního pokryvu s mohutným kořenovým pletencem
- Obr. 3 – Schéma aplikace oživeného kamenného záhozu
- Obr. 4 – Příklady biotechnických typů opevnění
- Obr. 5 – Typické hodnoty drsnostního součinitele pro vybrané typy koryt dle Ven Te Chowa
- Obr. 6 – Schéma rozmístění vegetace dle břehových částí
- Obr. 7 – Přehledné vymezení morfologických úseků páteřních toků povodí Bouřlivce
- Obr. 8 – Předběžné vymezení úseků Bouřlivce mezi ř. km 5,784 – 7,865 na podkladu Ortofota
- Obr. 9 – Určení historické trasy toku na podkladu map 2. vojenského mapování. Příklad horního úseku Loučenského potoka mezi úseky LOU_038 – LOU_044.
- Obr. 10 – Ukázka stanovení hodnotícího parametru VHL laserovým měřením
- Obr. 11 – Určení rozsahu vzduť VN Všechlapy v prostředí GIS
- Obr. 12 – Stanovení hodnotícího parametru VPZ na podkladu Ortofota
- Obr. 13 – Uložení souřadnic úseků Bouřlivce a Loučenského potoka v serveru Mapy.cz
- Obr. 14 – Transformace bodů z projekce WGS84 do projekce S-JTSK ve vybraných úsecích
- Obr. 15 – Základní podoba hodnotící matice
- Obr. 16 – Vymezení zájmového povodí v rámci České republiky
- Obr. 17 – Přehled hlavních horninových typů povodí Bouřlivce
- Obr. 18 – Rozložení geomorfologických jednotek a relativní členitost povodí Bouřlivce
- Obr. 19 – Ucelený přehled svahových poměrů povodí Bouřlivce
- Obr. 20 – Schéma rozmístění antropozemí v povodí Bouřlivce
- Obr. 21 – Vymezení hlavních biochor a fytogeografických okresů povodí Bouřlivce
- Obr. 22 – Vývoj Land Coveru povodí Bouřlivce v letech 1990 - 2018

Seznam tabulek

- Tab. 1 – Návrhové průtoky dle normy ČSN 73 6820
- Tab. 2 – Návrhové průtoky dle normy ODN 75 2103
- Tab. 3 – Přehled hodnotících parametrů metodiky HEM
- Tab. 4 – Klasifikace hydromorfologického stavu dle ČSN EN 15843

- Tab. 5 – Seskupené skupiny vodních toků pro typově specifické hodnocení
- Tab. 6 – Typologie zájmového úseku Bouřlivce (ř. km 5,135 – 18,587)
- Tab. 7 – Typologie Loučenského potoka (ř. km 0 – 14,655)
- Tab. 8 – Skóre hodnotících parametrů úseku BOU_001
- Tab. 9 – Historická maxima a minima srážkových událostí pro stanici U1TEPL01
- Tab. 10 – Historická maxima a minima teplot vzduchu pro stanici U1TEPL01
- Tab. 11 – Přehled hydrologických a hydrografických parametrů povodí Bouřlivce
- Tab. 12 – Změny vývoje Land Coveru mezi lety 1990 - 2018

Seznam grafů

- Graf 1 – Roční srážkové úhrny [mm] v rozmezí let 1961-2019
- Graf 2 – Průměrné roční teploty vzduchu [C°] v rozmezí let 1961-2019
- Graf 3 – Podélný profil Bouřlivce
- Graf 4 – Rozložení typů vodních toků v mapované oblasti
- Graf 5 – Hodnocení výsledků zóny koryta a trasy toku pro Bouřlivce
- Graf 6 – Hodnocení výsledků zóny koryta a trasy toku pro Loučenský potok
- Graf 7 – Hodnocení výsledků zóny dna a podélného profilu pro Bouřlivce
- Graf 8 – Hodnocení výsledků zóny dna a podélného profilu pro Loučenský potok
- Graf 9 – Hodnocení výsledků zóny břehu a příbřežní zóny pro Bouřlivce
- Graf 10 – Hodnocení výsledků zóny břehu a příbřežní zóny pro Loučenský potok
- Graf 11 – Hodnocení výsledků zóny inundačního území pro Bouřlivce
- Graf 12 – Hodnocení výsledků zóny inundačního území pro Loučenský potok
- Graf 13 – Podíl zastoupení hydromorfologických tříd úseků na výsledné kvalitě Bouřlivce
- Graf 14 – Podíl zastoupení hydromorfologických zón na výsledné kvalitě Bouřlivce
- Graf 15 – Podíl zastoupení hydromorfologických tříd úseků na výsledné kvalitě Loučenského potoka
- Graf 16 – Podíl zastoupení hydromorfologických zón na výsledné kvalitě Loučenského potoka
- Graf 17 – Rozložení hydromorfologické kvality hodnotících parametrů

Seznam rovnic

- Rov. 1 – Cowanova metoda stanovení drsnostního součinitele
- Rov. 2 – Rovnice pro výpočet hydromorfologického stavu úseku

Rov. 3 – Výpočet hydromorfologického stavu zóny koryta a trasy toku na příkladu pahorkatinných toků

Rov. 4 – Rovnice pro výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

Seznam příloh

Příloha 1 – Mapovací formulář metodiky HEM

Příloha 2 – Ukázka písčitého substrátu v úseku LOU_023

Příloha 3 – Opevnění dna kamennou dlažbou v úseku BOU_019

Příloha 4 – Probíhající sukcese na spadlém kmeni v korytě Loučenského potoka (LOU_034)

Příloha 5 – Ukázka mělčiny v úseku BOU_002

Příloha 6 – Klouzavé proudění v úseku BOU_027

Příloha 7 – Vypouštění splaškových vod v úseku BOU_044

Příloha 8 – Extrémně vysoký výskyt stupňů v úseku BOU_033

Příloha 9 – Opevnění břehů pomocí rozpadlé kamenné rovinaniny (BOU_010)

Příloha 10 – Kombinace trávovbylinné a ruderální břehové vegetace v úseku BOU_022

Příloha 11 – Degradacní využití příbřežní zóny v úseku BOU_032

Příloha 12 – Břehové nátrže v úseku BOU_042

Příloha 13 – Váhy pro vypočtení hydromorfologického stavu hodnotících parametrů a úseků pro jednotlivé typy vodních útvarů

Příloha 14 – Detailní zaměření morfologicky vymezených úseků Bouřlivce

Příloha 15 – Detailní zaměření morfologicky vymezených úseků Loučenského potoka

Příloha 16 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování vybraných zón Bouřlivce

Příloha 17 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování vybraných zón Loučenského potoka

Příloha 18 – Rozdělení hydromorfologických tříd kvality zóny koryta a trasy toku

Příloha 19 – Rozdělení hydromorfologických tříd kvality zóny dna a podélného profilu

Příloha 20 – Rozdělení hydromorfologických tříd kvality zóny břehu a příbřežní zóny

Příloha 21 – Rozdělení hydromorfologických tříd kvality zóny inundačního území

Příloha 22 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování Bouřlivce

Příloha 23 – Vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkový hydromorfologický stav morfologicky vymezených úseků Bouřlivce

Příloha 24 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování Loučenského potoka

Příloha 25 – Vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkový hydromorfologický stav morfologicky vymezených úseků Loučenského potoka

Příloha 26 – Výsledné rozdělení hydromorfologických tříd kvality páteřních toků povodí
Bouřlivce

Příloha 27 – Výskyt zmije obecné v příbřežní zóně úseku LOU_047

Příloha 28 – Degradální opevnění betonovými deskami v úseku BOU_005

Seznam zkratek

AOPK ČR	Asociace ochrany přírody a krajiny České republiky
BMK	Stabilita břehu a boční migrace koryta
BVG	Břehová vegetace
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSN	Česká státní norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMR	Digitální model reliéfu
DNS	Dnový substrát
EU	Evropská Unie
GIS	Geografický informační systém
HEIS VÚV	Hydroekologický informační systém Výzkumného ústavu vodohospodářství
HEM	Hydroekologický monitoring
HMS	Hydromorfologický stav
HMT	Hydromorfologická třída
k.ú	katastrální území
m n.m.	metry nad mořem
MDK	Mrtvé dřevo v korytě
MVN	Malá vodní nádrž
MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí České republiky
n	Manningův drsnostní součinitel
ODN	Odvětvová norma
OHR	Ovlivnění hydrologického režimu
PIN	Průchodnost inundačního území
PPK	Podélná průchodnost koryta
PRO	Charakter proudění

RHS	River Habitat Survey
RSV	Rámcová směrnice o vodní politice
ř. km	říční kilometr
STD	Struktury dna
SU	Suchý úsek
TRA	Upravenost trasy toku
UBR	Upravenost břehu
UDN	Upravenost dna
v. s.	vegetační stupeň
VHL	Variabilita zahloubení v podélném profilu
VHP	Variabilita hloubek v příčném profilu
VN	Vodní nádrž
VNI	Využití údolní nivy
VPZ	Využití příbřežní zóny
VSK	Variabilita šířky koryta
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZAT	Zatrubněný/zakrytý úsek

1. Úvod a cíle práce

Se stále zvyšující se hustotou zalidnění a s rostoucí mírou urbanizace vyvstává do popředí zájem obnovovat a zkrášlovat přírodní aspekty v zastavěných oblastech, které mají za cíl zpříjemnit život v šedi městské zástavby. Pojem obnova lze nahradit erudovanějšími termíny revitalizace, případně rehabilitace. Mezi hlavní přírodní aspekty, kterým je věnována v posledních letech enormní pozornost patří vodní toky a jejich přímé okolí. Tyto jsou velkou měrou revitalizovány, a to jak v zastavěných oblastech (tj., intravilánech) tak i nezastavěných oblastech (tj., extravilánech). Management a přístup k těmto revitalizačním projektům prošel v posledních letech značnou přeměnou a momentálně se jedná o dynamicky se rozvíjející disciplínu, která spojuje celou řadu odborníků napříč obory. Metodické kroky, jak přistupovat k těmto projektům, aby bylo dosaženo co největšího efektu, jsou stále předmětem výzkumu. V tomto směru je důležitým klíčem následná evaluace již provedených projektů, která může poskytnout potřebné informace přímo z terénu.

Tato práce podává, na základě rešerše odborné zahraniční i české literatury, přehled aktuálních přístupů k managementu revitalizačních projektů. Hlavní důraz je věnován hydromorfologickému průzkumu a revitalizacím vodních toků v intravilánech. Diskutovány jsou aktuální trendy v opevnění a stabilizaci koryt, ale také ve vegetačním doprovodu, který byl v minulosti spíše brán jen jako estetický prvek, nicméně postupem času vystoupila do popředí celá řada prospěšných funkcí, které tento zastává. Praktická část této práce je věnována hydromorfologickému průzkumu, jakožto vhodnému nástroji pro vytipování potenciálních úseků pro zpracování revitalizačních projektů. V současné době existuje celá řada metodických přístupů k provádění hydromorfologického (hydroekologického) monitoringu. Dle Kampa, Bussettini (2018) existuje v evropských zemích aktuálně 59 různých hydromorfologických metodik, z nichž 32 adresuje parametry všech tří sledovaných částí (koryta, příbřežní zóny a inundačního území). V České republice je oficiálně schválenou metodikou MŽP metodika HEM (Langhammer, Hartvich 2014), která byla použita i v rámci této práce.

Mezi hlavní cíle této bakalářské práce patří, na základě terénního mapování metodikou HEM, zhodnotit hydromorfologický stav páteřních toků v povodí Bouřlivce a posoudit míru antropogenních modifikací na tyto vodní toky. Sekundárním cílem této práce je na základě rešerše, především zahraniční odborné literatury, poskytnout základní přehled k managementu revitalizačních projektů v intravilánech, a na podkladu hydromorfologického monitoringu, nastínit výběr vhodných úseků k aplikaci revitalizačních projektů.

2. Revitalizace vodních toků

Degradace vodních toků, a tedy potřeba tyto revitalizovat je jedním z hlavních aktuálních témat. Nicméně adekvátní metody, jak dosáhnout navrácení vhodných morfologických vlastností vodnímu toku pomocí revitalizačních postupů jsou stále předmětem výzkumu (Campana et al. 2014). Přestože Clifford (2012) navrhuje pět základních postupů/kroků, jak zkvalitnit jednotlivé revitalizační postupy, a zajistit tak větší úspěšnost těchto prací, každá revitalizace má svá specifika, a univerzální návod, který by platil v každé situaci a na každé lokalitě, se zatím vypracovat nepodařilo. V současné době panují i rozdílné přístupy k hodnocení úspěšnosti samotných úprav (Higgs 1997, Woolsey et al. 2007). Kenney et al. (2012) dokonce polemizuje nad nutností revitalizačních úprav, a to především v intravilánech. Co ale vlastně znamená termín revitalizace?

Bennett et al. (2011) popisuje revitalizaci jako široký termín, který se snaží aplikací různých kroků zlepšit geomorfologickou, ekologickou funkci, strukturu a bezúhonnost říčních koridorů. Schields et al. (2003) uvádí, že revitalizace nebo spíše rehabilitace, představuje návrat degradovaného říčního ekosystému na co nejbližší aproximaci jeho zbývajících přírodního potenciálu. Je tedy očividné, že termín revitalizace si lze vykládat mnoha způsoby, a žádná přesná definice, která by jasně vymezovala parametry, co je, a co již revitalizace není, zkrátka neexistuje.

Šlezinger (2010) dělí revitalizaci na částečnou a úplnou. V této práci však bude rozlišováno mezi revitalizačními úpravami v extravilánech (tj. mimo zastavěná území) a v intravilánech. Tyto se od sebe v některých krocích diametrálně odlišují. I přesto, že se tato práce nebude blíže věnovat extravilánovým revitalizačním postupům, autor cítí potřebu je alespoň pár větami osvětlit. Revitalizované koryto v extravilánech je často mělké, úzké a dimenzované na nízké průtoky. Hlavní snahou je docílit tlumeného rozlivu do okolní nivy, který vykazuje benefity pro okolní faunu a floru, a navrátit vodnímu toku co nejvíce přírodě blízký charakter. Myšlenkou je, aby meandrující, široké a mělké koryto fungovalo v symbióze s často napřímeným a vydlážděným profilem v intravilánu, přivádělo do něj méně vody o nižších průtočných rychlostech, a velkou měrou tak zabraňovalo vylití vody z koryta a zaplavení okolní zástavby.

2.1 Revitalizace v intravilánech měst a obcí

Nápad oživit vodní cesty v zastavěných oblastech má poměrně dlouhou a rozmanitou historii (Cockerill, Anderson 2014). Populace se snaží do jisté míry architektonicky upravovat urbánní vodní toky za účelem zvýšení estetické a rekreační funkce již více než sto let (Wohl, Lane,

Wilcox 2015). Jenže s rostoucí mírou urbanizace a radikální změnou Land Use dochází i k ovlivňování základních vlastností vodních toků (James, Lecce 2013, Jacobson et al. 2001). Hlavním vlivem urbanizace je snížení hustoty říční sítě v celém povodí (Paul, Meyer 2001). Při změně Land Use dochází k zastavění ploch nepropustnými materiály (beton apod.), které výrazně navyšují povrchový odtok (Arnold, Gibbons 1996). Samozřejmě urbanizace, a s tím spojené změny Land Use, ovlivňují urbánní vodní toky celou řadou dalších faktorů, ať už z hlediska hydrologického, geomorfologického nebo ekologického. Tuto problematiku extenzivně rozebírá (Paul, Meyer 2001), a v této práci již nebude dále diskutována.

Cíle a požadavky revitalizačních opatření se liší lokalitu od lokality a odrážejí kombinaci socioekonomických, kulturních a ekologických atributů daného místa (Fryirs, Brierley 2009). Hlavní prioritou intravilánových revitalizací by mělo být navrácení ekologické stability a funkce, která je charakteristická pro přírodní vodní toky. Zároveň ve velké většině těchto projektů je do popředí stavěna stabilizace břehů, a s tím spojena ochrana okolní zástavby (Bernhardt, Palmer 2007), snížení břehové eroze (Riley 1998), a konečně mnoho dnešních revitalizačních projektů také přikládá důraz na snížení míry znečištění (Filoso, Palmer 2011), které vlivem okolní městské zástavby negativně ovlivňuje celou řadu, především ekologických či hydrobiologických pochodů ve vodních tocích. Mezi hlavní cíle při revitalizačních opatřeních v zastavěných oblastech lze řadit (dle Just 2010): (1) posílení protipovodňové ochrany zástavby, (2) zlepšení ekologického stavu vodního toku a jeho okolí, (3) zlepšení vzhledu vodního toku, posílení jeho pobytové hodnoty, oddechové a rekreační využitelnosti poříčního území. Výčet praktických kroků pro dosažení výše zmíněných cílů lze obecně shrnout v pěti krocích (dle Just a kol. 2005): (1) odstranění migračních překážek nebo jejich nahrazení kamenitými skluzy nebo různými prostupnými schodišťovými konstrukcemi, pohledově zhodnocujícími efekt přepadající vody, (2) nahrazení nedostatečně členěného dna koryta kamenitým dnem, (3) vložení členité kynety pro běžné průtoky do dna koryta, (4) architektonicky hodnotnější provedení silně sklonitých břehů, břehových zdí a protipovodňových stěn, (5) výstavba prvků přibližující vodní tok lidem.

Úspěch revitalizací v zastavěných oblastech je často měřen jako krok směrem k obnově neporušené části krajiny (Yocom 2014). Tedy vyčlenit v rámci zastavěné oblasti jakýsi přírodě blízký koridor. Je však třeba do jisté míry počítat s tím, že revitalizační zásahy v zastavěných oblastech jsou silně omezeny (nedostatek místa, nesouhlas tamních obyvatel), a proto navrácení vodního toku do jeho původní podoby je krajně nepravděpodobné (Bernhardt, Palmer 2007, Cockerill, Anderson, 2014, Violin et al. 2011). Dalším specifickým provádění těchto prací je

komunikace nejen s městskými úřady, ale i komunikace s nevědeckými pracovníky (Wilcock 1997) a tamními obyvateli (Seidl, Stauffacher 2013). Obyvatelé chtějí „přírodní“ vodní tok a je jim řečeno, že po dokončení všech prací se tak opravdu stane (Cockerill, Anderson 2014). Zde je vhodné si nastavit realistické cíle, které budou zaneseny do projektu prací. Pokud jsou tyto nerealistické, pak přichází zklamání nejen ze strany projektantů, ale i tamních obyvatel (Ehrenfeld 2000). Je možné evidovat také případy, a nejsou bohužel ojedinělé, kdy projektanti absolutně ignorují vědecká pozorování pro úsek, kde má být provedena revitalizační úprava. Tuto skutečnost uvádí Cockerill a Anderson (2014) na příkladu revitalizace řeky Boone Creek, v americkém městě Boone, ve státě Severní Dakota.

Každé revitalizaci musí předcházet detailní průzkumná studie, která je vytvářena na základě kvantitativních a kvalitativních pozorování zájmového úseku (Shields et al. 2003). Kvantitativní se zabývají extrakcí a průzkumem relevantních hydrologických dat, strukturou sedimentu, vlivu Land Use apod. (Shields et al. 2003). Kvalitativní se skládají z pouhé vizuální obchůzky zájmové lokality (Sears 1996 in Shields et al. 2003). V současné době vyšlo na povrch několik moderních postupů pro provádění revitalizačních prací. Používání hydrologických modelů, za účelem adresovat vhodné postupy při revitalizaci intravilánových koryt, prezentuje Anim et al. (2019), který zároveň upozorňuje na rozdíl v chování přírodního a degradovaného vodního toku, který do určité míry „podlehl“ vlivu urbanizace. Tento rozdíl je vyjádřen především rychlostí nástupu a trvání povodně. U urbánních toků je nástup, ale i pokles velmi razantní. V tomto ohledu vykazuje charakteristiky bleskových povodní. Naopak u přírodních toků je nástup i pokles mnohem více lineární a rozprostřen mezi delší časovou periodou. Stejnou myšlenku podporuje také Walsh et al. (2005). Další, relativně nový přístup prezentuje Mirgholami et al. (2016), který popisuje biofilní, a pro ovlivnění kvality vody šetrné postupy, které podávají poměrně široké spektrum návrhů, jak docílit úspěšné, ekologicky zaměřené revitalizace. Kromě návrhu samotných prací také spatřilo světlo světa několik studií, zabývajících se hodnocením revitalizačních opatření. Woolsey et al. (2007) navrhuje 49 indikátorů, které evaluují 13 specifických cílů pro zhodnocení revitalizačních snah. Tyto byly vymodelovány na revitalizačních projektech pro drobné či středně mohutné švýcarské řeky, avšak autoři tvrdí, že je lze aproximovat na většinu evropských i světových řek. Základní ekologické a biologické bioindikátory, které hodnotí potenciální úspěch revitalizací, včetně seznamu odborné literatury, adresující danou problematiku, poskytuje Pander, Geist (2013). Následná evaluace revitalizačních prací je velmi důležitá, neboť bez pravidelných a

systematických projektů, které hodnotí revitalizační opatření, není možné určit primární faktory řídící revitalizační úspěch (Field et al. 2011).

Česká literatura se příliš revitalizacím v zastavěných oblastech nevěnuje, a spíše adresuje celou revitalizační problematiku ze širšího úhlu pohledu. Výjimku zde částečně tvoří Ing. Just, který ve svých publikacích věnuje přímo prostor pro popis intravilánových revitalizací a jejich specifík, případně doc. Šlezingr, který tuto problematiku také zmiňuje. Realita v České republice je taková, že velkou část intravilánových revitalizací lze hodnotit spíše neúspěšně. Příkladem může být úprava Dalejského potoka v Hlubočepích z roku 2018 nebo Botiče u Fidlovačky z roku 2007 (PRAŽSKÁ PŘÍRODA). To může být způsobeno přílišným důrazem na odbornou stránku revitalizace a nedostatečným zvážením důležitých sociálních atributů, tedy nevhodným provázáním hydrologických znalostí a socioekonomického pohledu obyvatel na revitalizační projekty (Eden, Tunstall 2006). Druhým dechem však nelze opomíjet rostoucí zájem o intravilánové revitalizace u studentských prací. Příkladem budiž Šolc (2015) či (Tichý 2017), kteří se ve svých pracích přímo věnují této specifické problematice.

3. Fluviálně-morfologické charakteristiky koryta

3.1 Koryto a kapacita koryta

Koryto představuje část říčního či potočního pásu, která je znatelně snížena oproti okolní nivě. Je vymodelována prouděním tekoucí vody, tvořena dnem a břehy (Just 2018).

Kapacita koryta vyjadřuje, jaké maximální průtoky je koryto schopno pojmout bez rozlití do okolní nivy či zástavby. Kapacita koryta závisí na velikosti a tvaru příčného průřezu, na drsnosti a podélném sklonu (Just a kol., 2003). Základní otázku, jak hluboké a široké by mělo koryto být, aby zabránilo nadměrné erozi, sedimentaci, a tím zajistilo stabilitu nově navrhovaného koryta, pokládá Doyle et al. (2007). Zmiňuje korytotvorný průtok, který je často brán jako berná mince adresující stabilitu nově navrhovaného koryta (Shields et al. 2003). Existují přinejmenším tři metody, jak vyčíslit tento průtok: (1) přes efektivní průtok (popisující množství transportovaného sedimentu), (2) přes výšku břehové vody (průtok, který je vodní tok schopen pojmout bez rozlití do okolní nivy), (3) přes n-letý průtok (zpravidla 1-2 letý) (Doyle et al. 2007, Shields et al. 2003).

V intravilánech se při modelaci nového koryta většinou vychází z návrhového povodňového průtoku, nicméně Zuna (2004) upozorňuje, že pro úspěšné adresování i hydrobiologických požadavků na revitalizaci, je třeba vycházet z obou těchto průtoků. Pro stanovení návrhového průtoku lze použít platných norem, které tyto hodnoty stanovují. Do roku 1993 byla platná norma ČSN 73 6820 (Říha 2010), jejíž návrhové průtoky pro jednotlivé lokality jsou uvedeny v tabulce 1 (Tab. 1). Od roku 1993 byla výše uvedená norma nahrazena normou ODN 75 2103 (Říha 2010). Hodnoty návrhových průtoků této normy jsou prezentovány v tabulce 2 (Tab. 2).

Po stanovení návrhového průtoku, na který se bude následně modelovat nový design koryta, již lze přejít k samotnému navýšení kapacity. Výčet některých vhodných postupů udává Just (2010): (1) sklápět zemní břehy koryta do mírnějších a proměnlivých sklonů, (2) členitě tvarovat vybrání v březích a místní rozšíření koryta, (3) snižovat úroveň berem (berma je plochá postranní část koryta vodního toku (Just 2010)), (4) odebíráním materiálu berem rozšiřovat kynetu, (5) vytvářet paralelní koryta nebo průlehy, resp. paralelní kynety. Nicméně díky stále přetrvávajícím nejasnostem, které zahalují modelaci nových koryt, je výrazně doporučeno provést sérii „zátěžových“ testů, které hodnotí stabilitu nově vzniklého koryta (Shields et al. 2003).

Tab. 1 – Návrhové průtoky dle normy ČSN 73 6820

Souvislá zástavba, průmyslový areál, významné liniové stavby	$> Q_{50}$
Velmi cenná půda, vinice, chmelnice apod.	$> Q_{20}$
Orná půda	Q_5 až Q_{20}
Louky a lesy	Q_2 až Q_5

Zdroj: (Převzato z Říha 2010)

Tab. 2 – Návrhové průtoky dle normy ODN 75 2103

Historická centra měst, historická zástavba	$\geq Q_{100}$
Souvislá zástavby, průmyslový areál, významné liniové stavby a objekty	$\geq Q_{50}$
Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba	$\geq Q_{20}$
Velmi cenná půda, sady, chmelnice apod.	$\geq Q_{20}$
Orná půda (dle její bonity)	Q_5 až Q_{20}
Louky a lesy	Q_2 až Q_5^*

Zdroj: (Převzato z Říha 2010)

Pozn: (*) Tyto průtoky již dnes většinou nejsou požadovány.

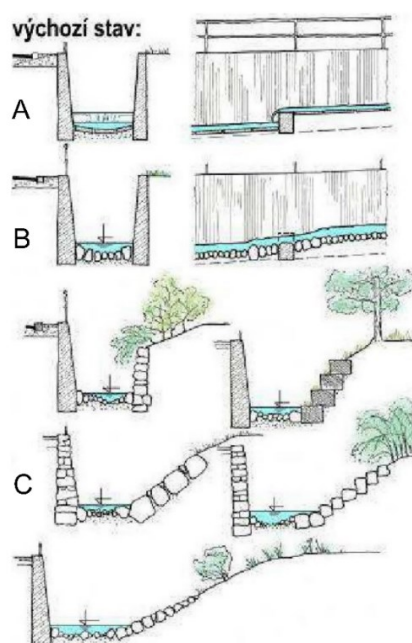
Aktuální trend rozšiřuje koryto do stran (pokud je k tomu prostor) mnohem častěji než do hloubky. Klasické prohloubení koryta není dobrým řešením ani ve velmi stísněných podmínkách. Prohloubení koryta znamená zvýšení rychlosti proudění. Zvýšená rychlost proudění v prohloubeném korytě ohrožuje jeho stabilitu, a při povodňových situacích může vést k dalšímu prohloubení a následné morfologické degradaci (Just 2010). Nemluvě o absenci říčních mělčin, jež představují velký ekologický význam pro lotické ekosystémy (Just 2010, Howe 1997). Druhým dechem je však třeba dodat, že při praktickém uplatnění revitalizačních opatření se prohloubení koryta takřka neuplatňuje.

Jak ale postupovat ve velmi stísněných podmínkách, kde jen a pouze kyneta je odpovědná za bezpečné převedení povodňového průtoku zástavbou? V tomto případě se provádí alespoň úpravy dna a (pokud to dovolí prostor) mírné svahové úpravy, které vedou k navýšení kapacity koryta. Přírozené dno se vyznačuje střídáním hlubších úseků a úseků s malou hloubkou v podélném i příčném směru (Zuna 2004). Právě tuto přírodě blízkou strukturu, která zároveň zvýší průtočnou kapacitu, je hlavní snahou dnu vtisknout. Vhodným řešením může být navýšení heterogenity dna kamenitým „chodníkem“ o různých rozměrech kamenů nebo zapuštění větších kamenů do dna za účelem vytváření tišin. Nicméně bez ohledu

na typ úpravy by koryta měla být dána základní tvarová a hydraulická členitost a zajištěna migrační prostupnost pro vodní živočichy (Just 2010).

Možnosti realizace revitalizačních úprav ve velmi stísněných podmínkách jsou prezentovány na obrázku 1 (Obr. 1). Výchozí stav, reprezentován písmenem A, symbolizuje vybetonované koryto obehnané vysokou ochranou zdí. Stav B neumožnil tuto zeď odstranit, a bylo možné přejít pouze k navýšení heterogenity dna rozmístěním kamenů. Stav C, který je vztahován k posledním třem schémátům, již symbolizuje odstranění pravé ochranné zdi a její nahrazení buď přírodnějším kamenitým valem nebo snížení sklonu břehů a jeho osázení vhodným vegetačním doprovodem. Posledního stavu C lze dosáhnout pouze za předpokladu zvýšeného prostoru alespoň na jedné straně koryta.

Obr. 1 – Navýšení heterogenity dna a průtočné kapacity koryta ve stísněných podmínkách



Zdroj: (Just a kol. 2005, upraveno autorem)

3.2 Stabilita a opevnění koryta

Ideální stav je koryto navrhnut tak, aby se následně nemuselo nikterak opevňovat. Vystává zde však problém, na jaké průtoky posuzovat stabilitu materiálu dna (Mareš 1997). Pokud se přeci jen přistupuje k opevnění koryta, mělo by mít spíše jen doplňkový charakter (Just a kol. 2005). K souvislému opevnění koryta se přistupuje jen výjimečně v zastavěných oblastech, kde mohou tato koryta plnit funkci recipientu drenážních vod. U těchto speciálních typů koryt se upřednostňuje hladké a pevné koryto, které zrychluje rychlost proudící vody (Mareš 1997).

Opevnění koryta je tvořeno opevněním dna a opevněním břehů (Křovák, Kovář, Kadlec 2014) a materiál, který je pro opevnění použit by měl mít alochtonní charakter (Vrána, Dostál 2004). „*Opevnění koryta se navrhuje při návrhovém průtoku, když odolnost původního materiálu dna a svahů je menší než namáhání proudící vody při návrhovém průtoku pro odolnost*“ (Ehrlich, Gergel, Ondr 2003, str. 26). Opevnění může být rozděleno dle použitého materiálu a metody aplikace tohoto opevnění (Mondal, Patel 2018), a to například na vegetační (Abernethy, Rutherford 2001, Simon, Collison 2002, Pollen, Simon 2005), či za pomoci kameniva (Froehlich 2009), kde lze ještě vydělit více ekologické postupy (záhozy, pohozy) a v jistém smyslu až degradační úpravy (kamenná dlažba). Obecně se pak opevnění dělí na technická a biotechnická. Mezi technická opevnění se řadí například: kamenné pohozy a záhozy, kamenné rovnániny či dlažby. Biotechnická stabilizace využívá běžně používaných materiálů jako je kámen, štěrk, dřevo, které jsou obohaceny o biologický prvek, např: vrbové i jiné řízky, rákosiny či travní směsi (Šlezinger 2010).

Mezi základní hlediska, která se berou v úvahu při návrhu konkrétních opevnění lze řadit (dle Patočka, Macura 1989): (1) míra stability ohrožené části profilu, (2) začlenění úpravy do okolního území, (3) možnost získání místních materiálových zdrojů, (4) vliv objektů na toku, (5) následný způsob údržby, (6) chemické působení vody, (7) velikost a množství splavenin. Keown (1983) tuto problematiku dále rozšiřuje a uvádí osm základních kroků, které je třeba následovat, pro dosažení úspěšného opevnění/ochrany břehů: (1) určit, proč je říční břeh nestabilní, (2) rozhodnout se, zda-li je opravdu nutné provádět ochranné či opevňovací práce, (3) promyslet materiální, finanční a ostatní zdroje potřebné k realizaci prací, (4) zvolit vhodnou metodu pro opevnění, (5) sepsat projekt se všemi náležitostmi, (6) obstarat/získat potřebná povolení pro stavbu, (7) dle projektu samotnou stavbu realizovat, (8) provádět pravidelnou údržbu a inspekci lokality.

Důležité je zmínit, že se nejedná o hrazení, nýbrž o opevnění koryta, proto by všechny provedené úpravy neměly žádným způsobem narušovat migrační prostupnost toku. Nevhodné je tedy použití drobných jezů, kamenných či dřevěných stupňů nebo jakýchkoliv jiných prvků, které narušují podélný spád toku a vytváří migrační překážku. Mezi zcela nevyhovující a esteticky odpudivé řešení patří také různé typy betonových tvárnic, desek a prahů (Just a kol. 2005). Správný přístup k opevnění urbánních koryt je zcela klíčový pro zlepšení či zachování určité míry ekologické stability. Při necitlivém a nevhodném opevnění může docházet k morfologické i ekologické degradaci koryta. Nemluvě o tom, že vodní tok protékající

zástavbou by měl alespoň do určité míry představovat příjemný krajinný prvek, který vyvede obyvatele měst z monotónnosti okolní šedé zástavby.

3.3 Vhodné materiály k opevnění koryta

V této části textu budou detailněji rozebrány různé materiály a přístupy k opevnění koryta. Bude zde probíráno opevnění pomocí vegetace, kameniva a biotechnický přístup, který představuje de-facto kombinaci výše uvedených postupů.

3.3.1 Vegetace

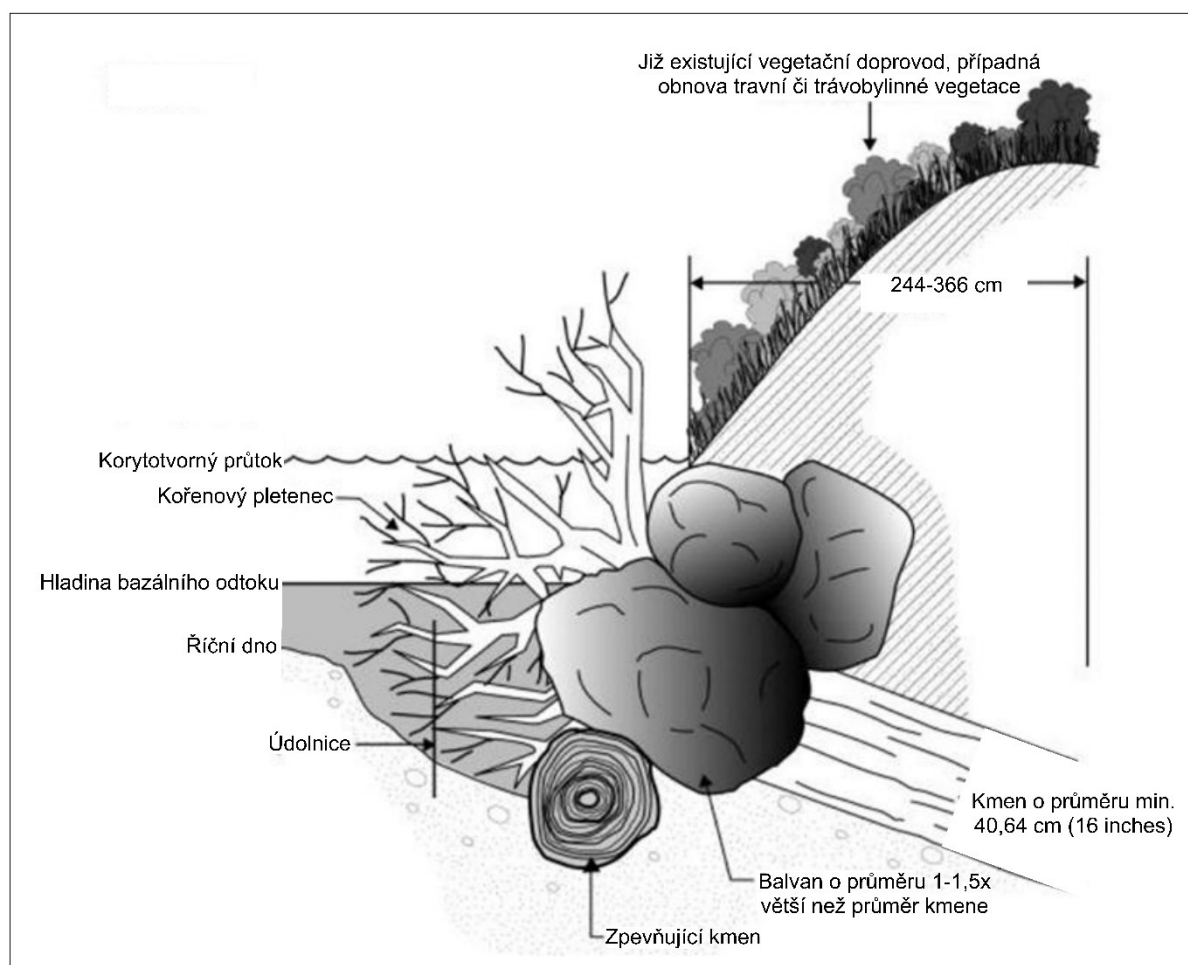
Tato metoda je používána již velmi dlouhou dobu, a to za účelem především snížení eroze (Evette et al. 2009), ale systematické používání vegetace pro břehová opevnění byla poněkud ignorována až do roku 1960 (Pollen, Simon 2005). Hlavní funkce vegetace lze rozdělit na mechanické a hydrologické (Simon, Collison 2002). Mechanická funkce spočívá ve zpevnění zeminy zesílením a navýšením hustoty kořenového systému (Wu 1984, Abernethy, Rutherford 2001, Simon, Collison 2002). Hydrologická funkce zpevňuje břehy zachytáváním srážkových úhrnů (intercepcí), které by se jinak infiltrovaly do svahu, a mohly jej tak oslabit (Simon, Collison 2002). Hlavní výhodou oproti „klasickým“ přístupům, používající především různé rozměry a typy kameniva, je schopnost postupného navýšování stabilizačních funkcí, jelikož rostliny rostou, rozšiřují kořenový systém a tím zvyšují míru stability (Evette et al. 2009). Zřejmě nejjednodušší typ opevnění by představovalo prosté zatravnění travní směsí. Správně zvolený travní porost snižuje smyvy z okolních pozemků a zvyšuje stabilitu břehů svým kořenovým systémem (Evette et al. 2009), který je sice tvořen slabšími kořeny, ale rozprostírá se na velké ploše (Simon, Collison 2002).

Dvě hlavní techniky zakládání těchto porostů je výsev a drnování (Evette et al. 2009). Šlezinger (2010) jako další možnosti uvádí hydroosev, případně pokládání již předpěstovaných travních koberců. Simon, Collison (2002) dle závěrů svého výzkumu udávají proso prutnaté jako s přehledem nejvíce zpevňující travinu, která výrazně překonává i dřeviny typu bříza černá, javor klen nebo vrba černá. Na pomyslném druhém místě pak uvádí lipnicovité trávy. Novák, Iblova, Škopek (1986) upozorňuje, že při výběru vhodných travin by měly převládat trávy výběžkaté nad trsnatými, a to především díky jejich příznivějším hydraulickým vlastnostem.

Šlezinger (2010) udává složení travních směsí (dle Kutílka) pro eulitorální břehové pásmo, supralitorální břehové pásmo a také směs, která disponuje zvýšeným protierozním účinkem. Občas však česká literatura nekoreluje se zahraniční. Novák, Iblova, Škopek (1986) uvádí, že na příkrých svazích, kde není možná kvalitní příprava půdy se travní porost

nedoporučuje. Do opozice se staví Evette et al. (2009), který uvádí, že na příkrých svazích lze travní porosty zakládat drnováním. Konečně opevnění velmi příkrých svahů pomocí travních porostů prezentuje Dabney et al. (2004), a to s poměrně vysokou úspěšností. Nicméně nejlepší funkčnosti a výsledků u vegetačních typů opevnění se dosáhne kombinací travních porostů s vhodně zvolenými pobřežními keři a dřevinami. V některých případech je možné tento oživit i kmeny s mohutnými kořenovými pletenci (Obr. 2). Kromě stabilizace břehů bude tato syntéza také poskytovat cenné živočišné habitaty (Simon, Collison 2002).

Obr. 2 – Schéma syntézy travního pokryvu s mohutným kořenovým pletencem



Zdroj: (Lyn, Newton 2015, upraveno autorem)

3.3.2 Kamenivo

Tento způsob opevnění lze rozdělit dle aplikace kameniva na svah. Pokud je kamenivo pouze pokládáno bez použití zpevňovacích materiálů, jedná se o pohoz či zához. Pokud je pokládka prováděna za pomoci strojů (někdy i ručně) a jedná se o větší kamenné bloky, hovoří se zpravidla o rovnanině. Froehlich (2009) zde popisuje dva základní způsoby pokládky: (1) vybagrovat spodní okraj břehu tak, že kamenivo může být pokládáno na předem připravený

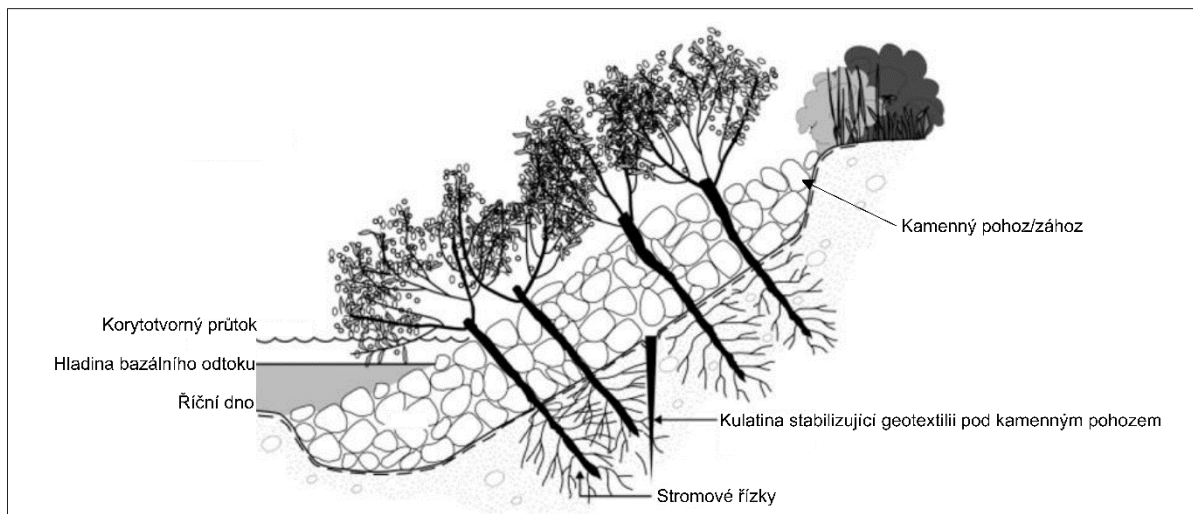
svah, (2) navržit dostatečné množství kameniva na horní hranu břehu tak, že působením gravitace se toto kamenivo sesune a pokryje svah ustupujícího břehu. Oblíbenost tohoto typu opevnění je dána především vykreslením jeho pozitivních vlastností v nejedné inženýrské příručce (Massey, Biron, Choné 2017). Dalším důvodem, proč jsou pohozy a záhozy tak rozšířené, je jejich poměrně velká odolnost, a v případě potřeby snadná oprava (Froehlich, Benson 1996). Pohozy a záhozy jsou často doplněny o kameny větších rozměrů, které zvyšují heterogenitu koryta (Just a kol. 2005). Je logické, že pro jejich aplikaci je sice třeba odstranit původní pobřežní vegetaci, avšak Fischenich (2003) zmiňuje poměrně velký potenciál pohožů a záhozů pro následnou vegetační obnovu, a to především v mezírkách mezi kameny. Tento proces popisuje již Novák, Iblova, Škopek (1986), jenž navrhuje oživovat tyto kamenné typy opevnění pomocí zatravnění či vrbových řízek (Obr. 3) Vzniklý oživený kamenný zához disponuje velkou odolností při povodňových průtocích a jeho vysoká drsnost povrchu zpomaluje příbřežní proudění, poskytující vyšší míru ochrany břehů (Novák, Iblova, Škopek 1986). Tento typ biotechnického opevnění je s oblibou používán v zastavěných oblastech, kde je třeba zajistit protierozní ochranu vodních toků, které jsou často vysoce morfologicky a ekologicky degradovány, a kde paradoxně i antropogenně vyhlížející kamenité opevnění může znamenat vylepšení celkové situace (Massey, Biron, Choné 2017).

Pokud je struktura kameniva zesílena například pomocí spár, hovoří se již o kamenné dlažbě. Just a kol. (2005) upozorňuje, že by se měla objevovat jen ve výjimečných případech, a to pouze na dobu nezbytně nutnou. Příkladem takového použití může být koryto prizmatického charakteru plnící funkci recipientu drenážních vod (Mareš 1997). S tím nezbyvá než souhlasit, nicméně i v situaci, kde je použit tento „degradační“ typ opevnění existuje možnost, jak alespoň částečně vytvořit heterogenní dno. I v kamenné dlažbě je totiž možné dosáhnout určité míry hydraulické členitosti, a to modelací hlubších a mělčích úseků přímo do kamenné dlažby. Jedná se sice o práci velmi náročnou (finančně i časově), přesto však zcela jistě smysluplnou, a pro ekologický stav a stabilitu koryta vhodnou.

Speciální případ kamenného opevnění poté tvoří takzvané gabiony, kdy je kamenivo vysypáno do předem připravených košů, které jsou tvořeny většinou galvanizovaným železným drátem (Freeman, Fischenich 2000) a poté pokládány na svah. Gabiony se dělí na tři druhy (dle Freeman, Fischenich 2000): (1) gabionový koš, (2) gabionová matrace, (3) gabionový pytel. Jejich hlavní předností je možnost naplnit je kameny velmi malých rozměrů, které by jinak byly odplaveny erozní činností vody (Freeman, Fischenich 2000). Kromě toho jsou také dobře

propustné, jednoduše instalované i v méně dostupných lokalitách a po biologickém oživení představují vhodnou alternativu pro opevnění urbánních vodních toků (Šlezinger 2010).

Obr. 3 – Schéma aplikace oživeného kamenného záhozu



Zdroj: (Lyn, Newton 2015, upraveno autorem)

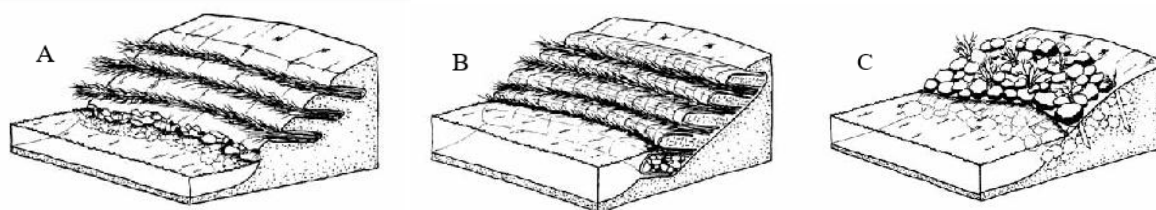
3.3.3 Biotechnický přístup

Tento způsob byl již „nakousnut“ v předchozí části, kde je zmiňováno opevnění pomocí oživeného záhozu/pohozu. Většina literatury uvádí biotechnické opevnění jako kombinaci technického přístupu s biologickým prvkem. Nicméně Li, Eddleman (2002) upozorňují, že biotechnické opevnění může být i kombinací několika biologických prvků. V posledních letech se stává tento přístup stále více preferovaným, a na tuto problematiku bylo rozpracováno velké množství studií. Základní sumarizaci těchto podkladů udává Lyn, Newton (2015). I když je biotechnický přístup v posledních letech silně diskutován (nejen) v kruzích odborné veřejnosti, hodně inženýrů/projektantů realizující revitalizační opatření jej nevyužívá a raději se přiklání k tradičním opevňovacím metodám, a to i za cenu jejich negativního dopadu na ekologickou stabilitu (Li, Eddleman 2002). Důvodem mohou být nedostatečné evaluace revitalizačních prací a jejich efektu na hydrologické, geomorfologické či ekologické vlastnosti vodního toku. Bez těchto dodatečných dat pak není možné odhalit případné chyby a z nich se poučit pro nadcházející projekty (Field et al. 2011). Správná pokládka biotechnického opevnění není vůbec snadná. Novák, Iblova, Škopek (1986) upozorňují na možnost letálního poškození vrbových řízků, a to při jejich sadbě mezi instalované kamenivo. Důležitost výběru biologického prvku diskutují také Lyn, Newton (2015). V případě, že je očekáván na břehu výskyt spíše povrchové eroze, doporučují použití travního či bylinného porostu, který díky svým mělce zapuštěným kořenům je pro toto opevnění dostačující. Naopak při hloubkové erozi

doporučují použít keře či stromy se silnějšími a hlubšími kořenovými systémy, které stabilizují svah více do hloubky. Samozřejmě biologický prvek zde musí být patřičně sladěn s technickým.

Přehled dvanácti biotechnických typů opevnění, včetně jejich vhodnosti použití v určitých břehových částech a míry stabilizace, uvádí Li, Eddleman (2002): (1) stromové řízky sázené přímo do připraveného svahu, (2) stromové řízky svázané do válcových svazků, (3) stromové řízky instalované kolmo na svah ve tvaru kartáčů (A In. Obr. 4) (*brushlayering*), (4) stromové řízky instalované kolmo na svah ve tvaru kartáčů, zpevněné o laťové půtky a zásypy zeminy, (5) vegetační grid začleněn do přírodní nebo syntetické geotextilie (B In Obr. 4), (6) konstrukce z neošetřených klád, která je doplněna vrstvami stromových řízků vyrůstajících uvnitř konstrukce (*live cribwall*), (7) oživený kamenný pohoz/zához (C In Obr. 4), (8) stromové řízky instalované paralelně na svah, vytvářející zpevňovací podestýlku, (9) řada mrtvých stromů svázaných dohromady a ukotvených v patě svahu, (10) klády a pařezy ukotveny na patu a střední část svahu, poskytující živočišné habitaty, (11) laťové plůtky instalovány ve čtvercovém nebo trojúhelníkovém schématu, (12) vláknité kokosové rohože svázané motouzem do válcových struktur.

Obr. 4 – Příklady biotechnických typů opevnění



Zdroj: (Li, Eddleman 2002)

Vhodnost použití jednotlivých typů závisí na specifických podmínkách dané lokality. Co je však zřejmé, je vhodnost stabilnějších opevnění v intravilánech, kde je kladen důraz na zmírnění eroze a ochranu okolní zástavby. Například typ (8) by byl pro svůj slabší stabilizační efekt nevhodný. Stejně tak opevnění (6), (9), nejsou bohužel často volenou alternativou, a to především kvůli nedostatečnému prostoru v okolí vodního toku. Obecně se jako nejvhodnější jeví použití opevnění (7). Zbylé, nezmíněné, možnosti jsou také velmi dobře použitelné a závisí na finančních prostředcích, prostoru kolem vodního toku, preferovanému cíli revitalizace a domluvě s tamními obyvateli. Nicméně stejně jako i ostatní typy opevnění, i biotechnický přístup disponuje určitými negativy. Li, Eddleman (2002) na základě rešerše odborné literatury uvádí několik těchto příkladů. Pro účely intravilánů byly vybrány ty nejzásadnější: (1) prodloužená doba „začátku fungování“: na rozdíl od ryze technických opevnění, které svou

funkci začínají plnit ihned po instalaci, u biotechnických je potřeba vyčkat na dostatečný rozvoj kořenového systému, (2) častá údržba: kromě praktických atributů je v zastavěných oblastech také kladen důraz na estetickou stránku celé úpravy. Z tohoto důvodu zde není možné ponechat biologický prvek přirozenému vývoji, ale je třeba pravidelně jej upravovat. Tento aspekt může být jedním z primárních, proč se k těmto typům opevnění nepřistupuje, neboť bývá často finančně velmi náročný, (3) nestabilní klimatické poměry mohou ovlivnit růst ve vegetačním období a zeslabit tak celou konstrukci.

Další potenciální negativum nastiňuje Šlezinger (2010), který upozorňuje na vysokou invazivnost některých druhů vrb, které jsou velmi často používaným biologickým prvkem. Tuto problematiku široce rozpracovává Černý a kol. (2013), který uvádí sumarizaci negativ i pozitiv pro základní druhy dřevin a keřů. Nicméně i přes některé negativní funkce je vhodné biotechnický přístup k opevňování v zastavěných oblastech upřednostňovat před ryze technickými opevněními. Ta by se měla používat jen ve specifických případech, kdy není možno použít vegetační či biotechnický přístup, neboť pozitiva biotechnického přístupu výrazně převyšují jejich negativa. Utváří jistý kompromis, kdy současně kvalitně opevňují břehy proti erozi a zároveň poskytují kýžený ekologický aspekt, který tolik obyvatel u urbánních vodních toků očekává.

3.4 Drsnost koryta

Drsnost koryta je vyjádřena tzv. Manningovým drsnostním součinitelem (příp. koeficientem, značen: n), který je přímo součástí hydraulické členitosti koryta (Just 2012). Jako první jej ve své rovnici, popisující uniformní proudění v otevřených korytech, přednesl roku 1889 Robert Manning (Chow 1959). Jeho hodnota v sobě skrývá míru odporu (tření) podkladu koryta vůči proudící vodě (Arcement, Schneider 1989, Djajadi 2009). Základní sumarizaci kroků, vedoucí k přesnějšímu stanovení drsnostního součinitele, předkládá Chow (1959). Upozorňuje především na 4 základní pilíře: (1) je třeba prvně porozumět procesům, které přímo ovlivňují drsnostní součinitel. Znalost těchto procesů následně výrazně sníží míru odhadu při jeho stanovení. (2) obeznámit se s typickými n hodnotami pro rozdílné typy koryt, (3) nastudovat již známé n hodnoty popisující některé typy koryt a být schopen tato koryta v terénu identifikovat, (4) určit n hodnotu analytickým přístupem založeným především na rozložení rychlostí proudění v příčném profilu koryta.

Hodnota drsnostního součinitele je značně variabilní a závisí na mnoha faktorech (Chow 1959). Přehled těch nejzásadnějších prezentuje Chow (1959): (1) drsnost povrchu koryta, dána velikostí a tvarem frakcí dnového substrátu, (2) míra výskytu vegetace v korytě, (3) míra

nepravidelnosti koryta v příčném směru a variabilita hloubek v podélném směru, (4) míra zakřivení či meandrů, (5) míra zanášení a vymílání, (6) míra překážek v korytě, (7) velikost a tvar koryta, (8) vodní stav a rychlost proudění, (9) roční období (rozmach vegetace ve vegetačním období), (10) míra pohybu plavenin a dnových splavenin.

Značně jednodušší filozofii vyznávají Arcement a Schneider (1989), kteří tvrdí, že hodnota drsnostního součinitele je primárně ovlivněna typem a velikostí materiálu tvořící dno a břehy koryta, a také tvarem koryta (Arcement, Schneider 1989). Na základě těchto dvou proměnných byl vyvinut postup stanovující drsnostní součinitel dle rovnice 1 (Rov. 1), (Cowan 1956 In Arcement, Schneider 1989), kde: n_b = základní hodnota n pro zcela hladké a rovné koryto, n_1 = korekční faktor nepravidelnosti povrchu koryta, n_2 = míra změny příčného profilu koryta, n_3 = míra překážek v korytě, n_4 = míra výskytu vegetace, m = korekční faktor míry zakřivení koryta.

Rov. 1 – Cowanova metoda stanovení drsnostního součinitele

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

Cowanova metoda však představuje pouze jednu z mnoha odlišných metodik stanovení drsnostního součinitele. Empirický přístup, založen na velikosti a rozmístění frakcí dnového substrátu, prezentuje na příkladu kalifornských toků Limerinos (1970). Z jeho práce do jisté míry následně vychází Jarett (1984), který vyvíjí empirický přístup stanovení drsnostního součinitele na horských tocích Skalistých hor. Podobnou metodiku v evropském prostředí uplatňuje také Bathurst (1985), a to na příkladu britských horských toků se sklonem 0,4 – 4 %.

Výrazné míry zjednodušení, při zachování poměrně vysoké přesnosti stanovení drsnostního součinitele, je možné docílit použitím tabelovaných hodnot. Jejich značně rozsáhlou verzi prezentuje Chow (1959). Kromě použití tabelárních hodnot je další možností porovnání zájmového úseku s tzv: *katalogem hydraulických drsností* (Maňák 2017). Ten prezentuje typické hodnoty drsnostního součinitele pro jednotlivé typy koryt. Určení n hodnoty v terénu následně probíhá podle přiložených fotografií. Příklady 24 fotografií koryt s přiřazenou n hodnotou uvádí Chow (1959). Tyto byly použity jako podklady pro určení n hodnoty u vybraných úseků hydromorfologického průzkumu Bouřlivce a Loučenského potoka (Obr. 5).

Uvedené hodnoty na Obr. 5 jsou sice do jisté míry pouze orientační, ale předkládají alespoň základní orientaci v problematice stanovení drsnostního součinitele, a zároveň významně zlepšují odhad mapovatele při budoucím určení n hodnoty. I když je problematika

stanovení n hodnoty tématem mnoha vědeckých publikací, tak její přesné určení je stále předmětem výzkumu, a to zejména v záplavových územích niv, které často vybruslí ze zájmu vědecké obce (Arcement, Schneider 1989).

Obr. 5 – Typické hodnoty drsnostního součinitele pro vybrané typy koryt dle Ven Te Chowa. Koryto A představuje opevnění pomocí hrubšího betonu ($n = 0,016$). Koryto B vykazuje opevnění spárovanou kamennou dlažbou ($n = 0,020$).



Zdroj: (n hodnoty: Chow (1959), foto: M. Jonáš)

4. Vegetační doprovod

Správně zvolený vegetační doprovod je velmi důležitou částí všech revitalizačních opatření. Vegetační doprovod se skládá z břehových a doprovodných porostů. Břehové porosty plní funkci především ochrannou, mají stabilizační nebo opevňovací účinek v korytě a současně přispívají k začlenění vodního toku do krajiny. Doprovodné porosty mají funkci především ekostabilizační a krajínotvornou (Zuna, Soukup 2007). Vegetační doprovod vodního toku by měl působit jako přirozený biokoridor, který je z ekobiologického hlediska neoddělitelnou součástí biotopu říčního toku a jeho bližšího i vzdálenějšího okolí (Šlezinger 2010). Součástí revitalizačních opatření vodního toku by proto měl být i projekt ozelenění, jehož podstatou je obnova a doplnění břehových a doprovodných porostů podél jednotlivých prvků hydrografické sítě, které podporuje rozvoj základní kostry ekologické stability v krajině (Gergel 2004).

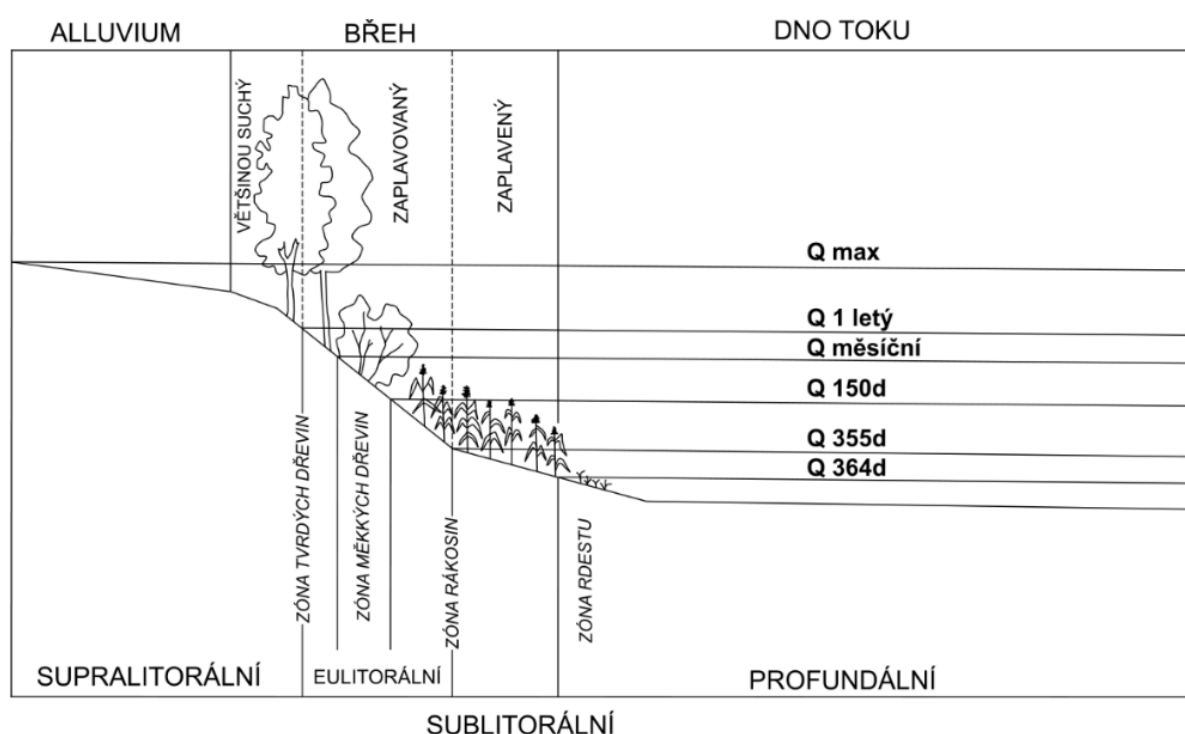
Vegetační doprovod vykazuje celou řadu velmi důležitých funkcí. Obecně lze vymezit tyto základní funkce (dle Šlezinger 2010): (1) funkce protierozní a protiabrazní, (2) funkce protideflační, (3) funkce ochranná, (4) funkce kvality vody, (5) funkce útočiště fauny žijící v blízkosti vodních ploch, (6) funkce estetická, (7) funkce produkční, (8) funkce tvorby přirozeného biokoridoru, (9) funkce rekreační, (10) funkce hygienická. K tomu, aby vegetační doprovod řádně plnil své funkce je třeba jeho správné založení a také následná péče. S obecnými doporučeními úspěšného založení vegetačního doprovodu, vypracovanými na základě studia šesti amerických řek, přichází Frey (2013): (1) nastavit si explicitně cíle a těmto přizpůsobit strategii při tvorbě vegetačního doprovodu, (2) vše si předem naplánovat a postupovat dle vytvořeného plánu, (3) revitalizace vegetačního doprovodu musí fungovat v syntéze s dalšími pracemi zlepšujícími hydrobiologické a ekologické vlastnosti podél vodního toku, (4) už při počátečních pracích je třeba mít promyšlenou následnou dlouhodobou údržbu, (5) projekty v intravilánech vyžadují specifický přístup, (6) následná údržba je sice finančně i časově náročná, ale pro správné fungování vegetačního doprovodu zcela klíčová.

Klíčovým aspektem každého vegetačního doprovodu je adekvátní výběr vhodných druhů a jejich rozmístění do odpovídajících břehových částí. Odpověď na tuto palčivou otázku z části poskytují Novák, Iblova, Škopek (1986), kteří udávají vhodné druhy rostlin, pro jednotlivé břehové části: (1) *rostliny sublitorálního pásma* (zóna bažinných rostlin a rákosin): jedná se o druhy rostlin, které prosperují ve velmi vlhkém prostředí a jsou velmi resistantní vůči dlouhodobému zaplavení. Řadí se sem například tyto druhy: rákos obecný, skřipina jezerní, puškvorec obecný nebo orobinec úzkolistý, (2) *rostliny eulitorálního pásma* (zóna měkkých dřevin, bylin a trav): rostliny plnící především funkci zpevňujícího prvku. Za vhodné druhy se

považují: chrástice rákosovitá, lipnice roční, lipnice bahenní, psárka luční nebo pýr plazivý, (3) *rostliny supralitorálního pásma* (zóna tvrdých dřevin a travních porostů lučního charakteru): pás porostů nacházející se především za břehovou linií. Bývá jen velmi ojediněle zaplavován a spíše plní funkci doprovodného porostu. Toto schéma rozmístění vegetace do určitých břehových částí lze vidět na obrázku č. 6 (Obr. 6).

K problematice ozelenění břehových partií vodních toků byla publikována celá řada odborné literatury, ze které je možné při utváření vegetačních doprovodů vycházet. Just a kol. (2005) uvádí seznam celkem dvaceti tří různých druhů dřevin, které jsou vhodné pro revitalizační projekty. Šimíček (1999) uvádí dle Zlatníka základní typologii rozdělení lužních lesů, břehových i doprovodných porostů. Konečně Šlezinger a Úradníček (2002) navrhuje velmi jednoduchý postup pro zjištění kvality vegetačních doprovodů, který může být realizován i bez hlubších botanických či krajinářských znalostí (Just a kol. 2005). Ze zahraniční literatury prezentují stabilizační schopnosti kořenových systému u vybraných druhů trav a dřevin Simon a Collison (2002) a kupříkladu Bond a Lake (2003) popisují vliv vegetačního doprovodu na biodiverzitu a důležitost obnovy živočišných habitatů v revitalizačních projektech.

Obr. 6 – Schéma rozmístění vegetace dle břehových částí



Zdroj: (Novák, Ibllová, Škopek 1986, upraveno autorem)

4.1 Vegetační doprovod v intravilánech měst a obcí

Není možné navrhovat totožný vegetační doprovod v extravilánech i intravilánech. Just (2013) právě tuto okolnost uvádí jako jeden z největších důvodů případné nefunkčnosti intravilánového vegetačního doprovodu. Zakládání vegetačního doprovodu v intravilánech má celou řadu specifíků, překážek a výzev, které většinou nemusí být ve volné krajině řešeny. Dle Frey (2013) se jedná například o: (1) problémové majetkoprávní vztahy, které komplikují výsadbu, (2) okolní urbánní atributy (silnice, železnice, zástavba), které nedovolují požadovaný rozvoj zasazené vegetace a (3) nesouhlas a nepochopení tamních obyvatel.

Zároveň v intravilánech měst či obcí není ve většině případů dostatek místa pro rozvoj vegetace. Břehový porost zde plní především funkci stabilizační a doprovodný porost může v některých případech zcela chybět. Pokud je po obou stranách koryta dostatek prostoru, pak doprovodný porost plní především funkci estetickou a rekreační. Nicméně obdobně jako v extravilánech tak i v intravilánech obcí či měst zastává vegetační doprovod celou řadu odlišných, důležitých funkcí. Mezi ty hlavní lze uvést tyto (dle Włodarczyk, Mascarenhas 2016): (1) zastínění vodního toku, (2) protierozní zpevnění břehů, (3) snížení následků povodní, (4) snižování atmosférického znečištění, (5) absorpce CO₂, (6) v létě svěží vzduch podél vegetace osvěžuje přilehlou zástavbu a v zimě pomáhá bránit vzniku mlh, (7) vytváření habitatů pro živočichy.

Kromě odlišných specifíků při zakládání se výrazně liší i přístup k následné péči a managementu. Následná údržba či péče o vysázený vegetační doprovod představuje velmi důležitý aspekt podporující vegetační rozkvět a optimální rozvoj požadovaných funkcí, které správně založený vegetační doprovod zastává. Tento aspekt nabývá na významnosti právě v intravilánech měst a obcí. Zde je často kladen, kromě stabilizační funkce vegetačního doprovodu, důraz na funkci estetickou a rekreační. Vegetační doprovod je zde důležitým biologickým prvkem a součástí městské krajiny. Z tohoto důvodu může být v některých případech navržen do formy „povodňového parku“, který tyto funkce plní (Just a kol. 2005). Mezi základní kroky péče o vegetační doprovod se řadí (dle Šimíček 1999): (1) ošetřování porostů, (2) ochrana porostů, (3) prořezávky, (4) probírky, (5) obnova porostů.

4.2 Břehové porosty

Vyhláška č. 178/2012 Sb., která nabyla účinnosti dne 1.6. 2012 definuje břehový porost v § 2 odstavce a) jako: „*dřevinný porost rostoucí na břehu koryta vodního toku do 6 m u drobných vodních toků, do 8 m u významných vodních toků nebo do 10 m u významných vodních toků, které jsou vodními cestami dopravně významnými, na pobřežních pozemcích podél koryta*

vodního toku na vnější straně břehové čáry nebo na pozemku, na kterém leží koryto vodního toku; to se nevztahuje na pozemky určené k plnění funkcí lesa“. Břehové porosty tedy představují přechodnou zónu mezi akvatickou a terestrickou složkou (Naiman, Décamps, Pollock 1993) a obnova a posilování břehových porostů jsou významnou součástí revitalizačních opatření, neboť tyto jsou přirozenou a nezbytnou součástí koryt vodních toků a jejich niv (Just a kol. 2005) a plní celou řadu velmi důležitých funkcí. Jedná se především o funkci stabilizace a ochrany břehu před erozí a před splachy nutrientů (Vait, Franková 2013), případně při vyšších vodních stavech zmenšují akumulární pochody v břehových partiích a snižují průtočnost koryta (Matoušková 2008). V případě, že je břehový porost tvořen mohutnějšími keři či dřevinami, pak jejich kořenové pletence poskytují velmi cenné živočišné habitaty (Just 2013). Mezi další prospěšné funkce patří také zastínění vodního toku (Włodarczyk, Mascarenhas 2016), které ale může při příliš vysoké intenzitě působit i negativně (Matoušková 2008). Šíře břehového pásma vykazuje poměrně velkou variabilitu a závisí na příčném profilu (Matoušková 2008). U drobných vodních toků bývá dokonce zónu břehového pásma značný problém vymezit, neboť je příliš úzká a lze jen s obtížemi určit jednotlivá litorální pásma (Matoušková 2008).

Toto může být problémem v intravilánu, kde je břehový porost specifický a od extravilánových porostů se liší především přímými i nepřímými antropogenními vlivy, a vyžaduje tedy odlišný přístup a management (Iakovoglou, Zaimes, Gounaridis 2013). Mezi přímé antropogenní ovlivnění patří odstranění těchto porostů za účelem uvolnění plochy pro budoucí zástavbu. Mezi nepřímé antropogenní ovlivnění se řadí zvýšená výstavba nepropustných povrchů (např. silnic), které zvyšují povrchový odtok. Tento odtok pak může obtékat zónu břehových porostů a způsobovat hloubkovou erozi toku. Důsledkem této eroze se sníží hladina podzemní vody a tím dojde ke snížení schopnosti vegetace zachytávat splachy nutrientů a polutantů (Iakovoglou, Zaimes, Gounaridis 2013).

Pro to, aby břehový porost řádně plnil výše uvedené funkce, je důležité vybrat vhodné druhy trav, keřů či dřevin. Obecně lze říci, že břehový porost zaujímá profundální, sublitorální a částečně i eulitorální břehovou zónu. Vybrané druhy by tedy měly dobře snášet krátkodobé i dlouhodobé zaplavení. Sem se řadí například rákos obecný, skřipina jezerní, proso prutnaté, střemcha obecná, olše lepkavá a mnohé další. Při provádění revitalizačních úprav je ve většině případů břehový porost silně degradován nebo dokonce zcela zničen. O to důležitější je pak jeho následná obnova. V rámci maximalizace této snahy je doporučeno zakoupit sazenice z co nejbližšího zdroje, aby bylo zajištěno, že dobře snáší místní klimatické podmínky (Withrow-

Robinson, Bennett, Ahrens 2011). Neméně důležitým aspektem je i správná příprava půdy a samotná výsadba sazenic. Optimální čas pro výsadbu se liší dle druhu sazenice. Prostorokořenné sazenice je doporučeno sázet při teplotě půdy nad 4,5 °C, balové sazenice od podzimu do brzkého jara a stromové či keřové řízký od pozdního podzimu do brzké zimy (Withrow-Robinson, Bennett, Ahrens 2011). Před samotnou výsadbou by měli být sazenice uchovávány ve vlhkém, zastíněném prostředí a průběh výsadby by měl být řádně zdokumentován (Department of Environmental Protection 2006). Bohužel praxe ukazuje, že velká část výsadeb je poměrně neúspěšná, a to následně degraduje celkový dojem z břehového porostu, který řádně neplní své funkce (Just 2013).

4.3 Doprovodné porosty

Doprovodné porosty představují zóny vegetace, které navazují do jisté míry na porosty břehové, ale jsou dále od břehové hrany. Z geomorfologického hlediska jsou již součástí údolní nivy (Matoušková 2008) a plní více než ochrannou funkci spíše funkci krajínotvornou (Jůva, Hrabal, Tlapák 1984). Šíře doprovodných porostů variuje dle typologie koryta, ale obecně platí, že u malých a středních toků je doporučena minimálně v rozsahu 10 m (Matoušková 2008). Rozsah jejich ekologických funkcí v rámci biokoridorů může místy i převyšovat významnost břehových porostů (Bínová 2006). Obdobně jako břehové porosty i doprovodné porosty plní funkci zachytávání splachů nutrientů a polutantů (Osborne, Kovacic 1993), řádně začleňují vodní tok do okolní krajiny (Novák, Iblova, Škopek 1986), zdůrazňují linii vodního toku a přispívají tak k modelaci krajiny (Zuna, Soukup 2007) a poskytováním živočišných habitatů přispívají k navýšení biodiverzity v okolí vodních toků. Bohužel ale tyto benefity mohou být degradovány neutěšeným stavem doprovodné vegetace, a to převážně v zastavěných oblastech, kde může doprovodný porost zcela chybět. Toto je zapříčiněno především nedostatečným prostorem po stranách koryta, který neumožňuje optimální rozvoj vegetace. V dalších případech může být hranice mezi doprovodnými a břehovými porosty velmi úzká a tyto pak víceméně splývají v jeden vegetační pás.

Volba vhodných dřevin při zakládání doprovodných porostů je stěžejní a vychází se z charakteru okolní krajiny a rozmístění okolní vegetace (Zuna, Soukup 2007). Pro zvýšení ekologické hodnoty je vhodné při výsadbě dbát na střídání travnatých porostů lučního typu se skupinami keřových a stromových porostů (Jůva, Hrabal, Tlapák 1984). Mezi vhodné dřeviny se řadí většina druhů vrb, olše lepkavá, olše šedá, buk letní, jasan ztepilý, lípa velkolistá a další (Just a kol. 2005). Kromě vybrání vhodných druhů dřevin pro danou lokalitu, je neméně důležitá i strategie zakládání těchto porostů. Ne příliš šťastným řešením je provádět pravidelnou

liniovou výsadbu, která se prakticky v žádných ohledech neblíží přírodnímu rozmístění porostů (Just a kol. 2005). Poněkud specifické jsou podmínky výsadby u drobných vodních toků, a to především v zastavěných oblastech, kde je potřebné častěji provádět údržbu. Především literatura staršího data (Jůva, Hrabal, Tlapák 1984) zde doporučuje provádět výsadbu pouze na jednom břehu, a to hlavně za účelem snazšího přístupu, údržby a čištění vodního toku. Tyto postupy jsou již dnes většinou překonány a při revitalizačních projektech je doporučeno rozumně využívat potenciál obou břehů (Just a kol. 2005) a maximálně tak podpořit rozvoj ekologických funkcí. Při výsadbě v intravilánech by zároveň měly doprovodné porosty citlivě navazovat na okolní zeleň (Šimíček 1999). Doprovodné a břehové porosty tvoří společně vegetační doprovod vodních toků, a i když míra biodiverzity doprovodných porostů může být nižší v porovnání s porosty břehovými (Dolanc, Hunsaker 2017), je vhodné i jim věnovat v projektu revitalizačních prací patřičnou pozornost, neboť je zřejmé, že jsou velmi důležitým aspektem správně fungujícího vegetačního doprovodu, a tedy i úspěšného revitalizačního projektu jako celku.

5. Metodika a zdroje dat

V této kapitole bude objasněn základní princip hydromorfologického průzkumu, jakožto nástroje k adresování hydromorfologické kvality říčních habitatů. Hlavní důraz je zde kladen na metodiku HEM, která byla použita pro posouzení antropogenního ovlivnění a určení hydromorfologické kvality páteřních toků v povodí Bouřlivce. V jednotlivých krocích jsou popsány nejen techniky terénního mapování hodnotících parametrů, ale také princip skórování a následného vyhodnocení terénních prací.

5.1 Hydromorfologický průzkum

Hydromorfologie popisuje vzájemné interakce geomorfologických a hydrologických parametrů říčního systému a jejich změny v průběhu času (Vaughan et al. 2009). Je silně spjatá s ekologií. Kupříkladu rychlost proudění může ovlivňovat míru fotosyntézy u některých druhů makrofyt (Madsen et al. 1993 in Vaughan et al. 2009) a někteří bezobratlí mohou zpevňovat či narušovat stabilitu břehů (Edwards 1968 in Vaughan et al. 2009). V současné době dle sumarizace hydromorfologických metodik v evropských zemích (Kampa, Bussettini 2018), existuje celkem 59 různých přístupů hodnotících kvalitu habitatů vodních toků. Mezi známé zahraniční metodiky lze řadit britskou RHS (*River Habitat Survey*), (Scottish Environment Protection Agency 2003), německou LAWA (1998 In Králová 2013) či francouzskou SEQ (1998 In Králová 2013). V České republice se mezi hlavní metodiky řadí EcoRivHab (Matoušková 2003, 2008) a právě HEM (Langhammer 2014). Tento rapidní nárůst výrazným způsobem podpořila Rámcová směrnice o vodách (2000), která ukládá všem členským státům EU, do roku 2015, dosažení uspokojivé kvality hydrochemických, biologických a hydromorfologických parametrů vodních toků (Králová 2013). S rozrůstajícími přístupy k hodnocení kvality vodních ekosystémů, přichází i celá řada studií vzájemně porovnávající tyto metodiky (Fernandéz, Barquín, Raven 2011). Právě vzájemné porovnání těchto metodik umožní vhodnější výběr, za účelem co nejpřesnějšího posouzení kvality habitatu jednotlivých vodních toků. Výsledky těchto monitoringů následně vytváří podklad pro výběr úseků potenciálně vhodných k revitalizaci, renaturaci či rehabilitaci. Právě výběr vhodného úseku představuje klíčový aspekt úspěchu všech revitalizačních projektů.

5.1.1 Metodika HEM

Představuje certifikovanou metodiku MŽP ČR pro monitoring hydromorfologických ukazatelů kvality vodních toků. Vznikla za účelem doplnění systému monitoringu ekologických složek vodních toků dle Rámcové směrnice o vodní politice (2000), (Langhammer 2014). Adresuje

prostředí vodního toku ve všech třech zónách (koryto, příbřežní zóna a inundační území). Celkem obsahuje 17 parametrů, z nichž 11 přímo adresuje morfologii koryta, 3 se zabývají strukturou a využitím příbřežní zóny a 3 se zabývají inundačním územím a jeho průchodností (dle Langhammer 2014). Jednotlivé parametry jsou zároveň zařazeny do hydromorfologických složek kvality dle Rámcové směrnice o vodní politice (dále RSV). Přehled jednotlivých parametrů poskytuje tabulka 3 (Tab. 3). Každý ze 17 parametrů je zanesen v mapovacím formuláři (Příloha 1), do kterého předem vyškolený mapovatel zaznamenává jednotlivé parametry pro pozdější vyhodnocení. V metodice HEM se postupuje proti proudu a vodní tok je dělen na jednotlivé úseky. Každý úsek by měl být jedinečný a odlišný od předchozího. Impulsem pro začátek nového úseku je zpravidla výrazná změna v morfologii koryta (změna dnového substrátu, charakteru proudění, opevnění koryta či břehů apod.). Pokud jsou morfologické změny zanedbatelné, přichází na řadu struktura a charakter příbřežní vegetace a inundačního území (výrazné změny příbřežní vegetace či využití údolní nivy), které jsou natolik patrné, že vedou k založení nového úseku. Minimální doporučená délka úseku pro drobné vodní toky s šířkou koryta do 10 m je 100 m, pro střední vodní toky s šířkou koryta do 30 m je 500 m a pro velké vodní toky s šířkou koryta nad 30 m je 1 km (Langhammer 2014). Tyto doporučení se však mohou výrazně měnit v závislosti na charakteru jednotlivých úseků (Langhammer 2014). Každý úsek má své jedinečné označení, které přímo vychází z jeho názvu. Figuruje v něm vždy první tři písmena toku a číselné označení úseku. Příkladem budiž označení: SKA_003 (řeka Skalice, třetí úsek proti proudu).

Po dokončení mapování a zanesení bodů do GIS, přichází na řadu vyhodnocení jednotlivých parametrů. Každý parametr podléhá skórování z hlediska jeho vlivu na hydromorfologickou kvalitu toku (Langhammer, Hartvich 2014). Skórování probíhá v sekvenci pěti kroků (dle Langhammer, Hartvich 2014): (1) skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů, (2) výpočet hydromorfologické kvality úseku, (3) klasifikace hydromorfologického stavu úseku, (4) výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru, (5) klasifikace hydromorfologické kvality vodního útvaru. Klasifikace kvality jednotlivých úseků a vodního útvaru podléhá předem stanoveným intervalům, definovaných ČSN EN 15843, které jsou rozděleny do pěti tříd (Tab. 4). Následné doporučené barevné zvýraznění jednotlivých tříd hydromorfologické kvality je v souladu s ČSN EN 14614 (Langhammer, Hartvich 2014). Více o praktickém skórování parametrů a jejich rozdělení do jednotlivých tříd kvality je uvedeno v kapitole 5.5.

Tab. 3 – Přehled hodnotících parametrů metodiky HEM

<i>Hodnotící parametr</i>	<i>Zóna</i>	<i>Hydromorfologická složka kvality dle RSV</i>
Upravenost trasy toku (TRA)	Koryto	Morfologické podmínky
Variabilita šířky koryta (VSK)	Koryto	Morfologické podmínky
Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)	Koryto	Morfologické podmínky
Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	Koryto	Morfologické podmínky
Dnový substrát (DNS)	Koryto	Morfologické podmínky
Upravenost dna (UDN)	Koryto	Morfologické podmínky
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	Koryto	Morfologické podmínky
Struktury dna (STD)	Koryto	Morfologické podmínky
Charakter proudění (PRO)	Koryto	Hydrologický režim
Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	Koryto	Hydrologický režim
Podélná průchodnost koryta (PPK)	Koryto	Kontinuita toku
Upravenost břehu (UBR)	Příbřežní zóna	Morfologické podmínky
Břehová vegetace (BVG)	Příbřežní zóna	Morfologické podmínky
Využití příbřežní zóny (VPZ)	Příbřežní zóna	Morfologické podmínky
Využití údolní nivy (VNI)	Údolní niva	Morfologické podmínky
Průchodnost inundačního území (PIN)	Údolní niva	Kontinuita toku
Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	Údolní niva	Morfologické podmínky

Zdroj: (Langhammer 2014)

Tab. 4 – Klasifikace hydromorfologického stavu dle ČSN EN 15843

<i>Skóre</i>	<i>Třída</i>	<i>Hydromorfologický stav</i>	<i>Barva na mapě</i>
1,0 – 1,5	1	Přírodě blízký	Modrá
1,5 – 2,5	2	Slabě modifikovaný	Zelená
2,5 – 3,5	3	Středně modifikovaný	Žlutá
3,5 – 4,5	4	Značně modifikovaný	Oranžová
4,5 – 5,0	5	Silně modifikovaný	Červená

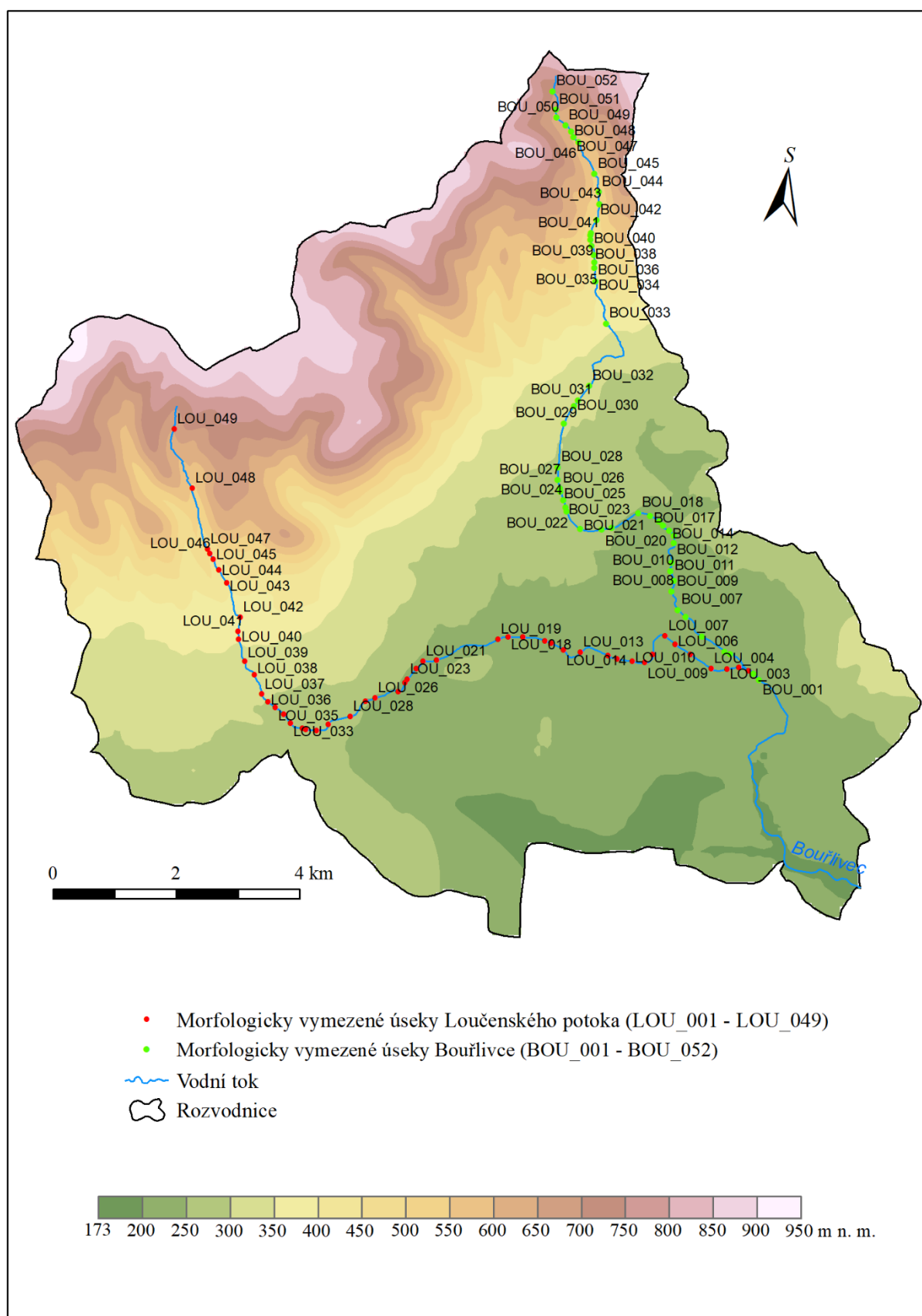
Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

5.2 Terénní mapování za použití metodiky HEM

Cílem terénního průzkumu bylo řádně zmapovat hlavní vodní toky v povodí Bouřlivce, a to konkrétně Bouřlivec, jehož zájmový úsek byl od severního okraje VN Všechlapy až po pramennou oblast (ř.km 5,135 – 18,587) a Loučenský potok, který byl mapován v celé jeho délce (ř. km 0 – 14,655). Mapovaná oblast Bouřlivce měřila 13,452 km a byla rozdělena na 52 úseků. Průměrná délka úseku činí 258,69 m. Nejdelší vymezený úsek (BOU_032) měří 1540 m. Naopak nejkratší úsek měří 37 m (BOU_040), přičemž se jedná o malou vodní nádrž (dále MVN), která nebyla hodnocena, jelikož metodika HEM hodnotí pouze liniové vodní útvary. Druhý nehodnocený úsek, (BOU_052), nebyl hodnocen z důvodu absence vody v průtočném profilu a byl označen jako suchý (SU). Suchý úsek byl stanoven jako takový, kde omočená část průtočného profilu nepřesahuje 20 % úseku. Třetím specifikem mapování bylo vymezení zatrubněných/zakrytých úseků (dále ZAT), kterým byla automaticky přidělena nejhorší hydromorfologická třída kvality. Minimální délka zakrytého úseku, pro automatické přidělení nejhorší třídy kvality, byla stanovena na 50 m. Tyto úseky jsou v mapované oblasti celkem 2 (BOU_047 a BOU_049).

Mapovaná oblast Loučenského potoka měřila 14,655 km a byla rozdělena na 49 úseků. Průměrná délka úseku činí 299,08 m. Nejdelší úsek (LOU_048) měří 1106 m a nejkratší úsek (LOU_031) měří 60 m. Na rozdíl od mapované oblasti Bouřlivce, zde nebyl vymezen žádný úsek, který by nebyl hodnocen. Souhrnně bylo mapováno 28,107 km páteřních toků Bouřlivce, které byly rozděleny do 101 morfologicky jedinečných úseků. Nejdelší vymezený úsek měří 1540 m (BOU_032) a nejkratší úsek měří 37 m (MVN v úseku BOU_040). Průměrná délka úseku činí 278,89 m. Morfologické vymezení těchto úseků na páteřních tocích povodí Bouřlivce je k nahlédnutí na Obr. 7. Terénní mapování probíhalo mezi 22.6. – 3.7. 2020 za využití metodiky HEM a ve spolupráci se státním podnikem Povodí Ohře, jelikož data získaná terénním mapováním neslouží pouze jako výstup pro tuto závěrečnou práci, ale také jako podklad výzkumné zprávy pro státní podnik Povodí Ohře, jejímž cílem je vyhodnocení hydromorfologické kvality vodních toků v povodí Bouřlivce a vytipování potenciálně vhodných úseků k aplikaci revitalizačních opatření.

Obr. 7 – Přehledné vymezení morfologických úseků páteřních toků povodí Bouřlivce



Zdroj: (DIBAVOD, ZABAGED, terénní mapování)

5.2.1 Příprava podkladů pro terénní mapování dle distančních dat

Před samotným výjezdem do terénu proběhla řádná příprava nad distančními daty, v rámci které byly předběžně vymezeny jednotlivé úseky na podkladech Ortofoto map, Základních map 1: 10 000 a DMR 5. generace (Obr. 8). Tento krok se ukázal jako velice prospěšným a výrazně urychlil následné mapování v terénu. Samozřejmě ani nejkvalitnější distanční data neumožňují dostatečně přesný pohled ke stanovení většiny morfologických parametrů koryta, ale jsou velmi nápomocné při analýze příbřeží vegetace, inundačního území a určení upravenosti trasy toku. Právě primárně dle těchto parametrů byly jednotlivé úseky předběžně vymezeny. V terénu se pak tyto často dělily na kratší úseky v důsledku výrazných morfologických změn v parametrech koryt, nebo naopak generalizovaly do delších úseků, aby nedocházelo k vymezení mimořádně krátkých úseků.

Obr. 8 – Předběžné vymezení úseků Bouřlivce mezi ř.km 5,784 - 7,865 na podkladu Ortofota



Zdroj: (ČÚZK, DIBAVOD, upraveno autorem)

5.3 Postup mapování hodnotících parametrů

Mapování bylo prováděno výhradně broděním, aby byla zaručena co nejvyšší spolehlivost stanovení jednotlivých parametrů. V případě snížené průchodnosti koryta (například z důvodu velkého výskytu mrtvého dřeva) byl monitoring prováděn ze břehu. Parametry, které je značně problematické určit v terénu a spolehlivost takového stanovení by byla podložena pouhým odhadem, byly stanovovány na základě distančních podkladů. Mezi takové se řadí především šíře údolní nivy, využití údolní nivy, průchodnost inundačního území, ale v některých úsecích také využití příbřežní zóny či variabilita šířky koryta.

5.3.1 Upravenost trasy toku (TRA)

Parametr upravenosti trasy toku je považován za jeden z klíčových pro následné skórování, neboť odráží charakter půdorysného tvaru koryta a jeho změny v čase (Langhammer 2014). Dle historického stavu koryta je možné určit míru aktuálního napřímení a případné degradace koryt v dlouhém časovém horizontu. Na druhou stranu také slouží jako podklad pro případné revitalizační snahy, kdy se projektanti snaží přiblížit vodní tok historickému stavu. Aktuální upravenost trasy toku byla zjišťována kombinací terénního mapování a distančních podkladů. U kratších úseků byl terénní průzkum dostatečně průkazný pro spolehlivé určení trasy toku. V případě delších úseků (zpravidla nad 300 m) bylo původní terénní určení trasy toku následně kontrolováno nad distančními daty, aby byla zaručena co nejvyšší míra spolehlivosti stanovení tohoto parametru. Naproti tomu historický stav byl zjišťován výhradně pomocí distančních dat. Jelikož souřadnice každého úseku byly v průběhu terénního mapování zaznamenávány do serveru Mapy.cz, bylo následně jednoduché přepnout na podklad historických map 2. vojenského mapování (záložka mapy z 19. století v aplikaci Mapy.cz, server OLDMAPS GEOLAB či Archiválie ČÚZK) a porovnat změny v upravenosti trasy toku (Obr. 9). Historický podklad map 2. vojenského mapování je vhodný, protože ukazuje zákres toků ještě před průmyslovou revolucí a obdobím jejich napřimování (Langhammer 2014). Nicméně stanovit průběh historické trasy Bouřlivce, a především Loučenského potoka se ukázal býti opravdovou výzvou. Z důvodu těžební činnosti v regionu a častých přeložek koryt, bylo místy až nemožné porovnat aktuální trasu koryta s historickým podkladem. V těchto případech byla historická trasa koryta expertně odhadnuta dle charakteru reliéfu a automaticky k výslednému skóre přičtena hodnota +1 za napřímení.

Kromě historického stavu toku také parametr TRA sleduje známky revitalizačních opatření v úseku. Tyto byly určovány výhradně na základě terénního monitoringu. Míra spolehlivosti stanovení je zde na vysoké úrovni, neboť již revitalizovaný úsek je sérií typických znaků jednoznačně odlišen od okolí.

Obr. 9 – Určení historické trasy toku na podkladu map 2. vojenského mapování. Příklad horního úseku Loučenského potoka mezi úseky LOU_038 – LOU_044.



Zdroj: (Mapy.cz, upraveno autorem)

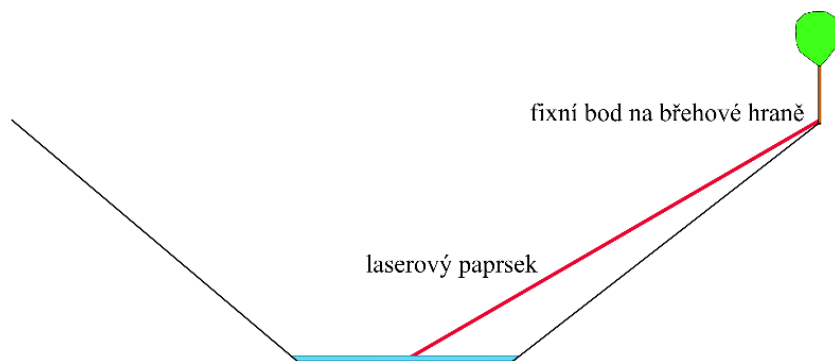
5.3.2 Variabilita šířky koryta (VSK)

Parametr VSK stanovuje rozpětí mezi maximální a minimální šířkou koryta, hladiny (omočený průtočný profil) a údolní nivy (Langhamer 2014). Šířka koryta a hladiny byly v terénu stanovovány použitím pásma či laserového měření. Míra spolehlivost stanovení je v tomto případě vysoká. Nicméně nevýhodou laserového měření je nutnost pevného bodu na protilehlé straně koryta, na který je následně zaměřen laserový paprsek. Bez tohoto fixního bodu (kámen, kmen stromu apod.) se měření neprovede. V případě, že je koryto silně zarostlé vegetací (bez viditelných fixních bodů) je možné tento problém vyřešit umístěním bílého papíru na protilehlou stranu koryta, na který se následně zaměří laser. Šíři údolní nivy není prakticky možné určit v terénu. Takovéto určení by bylo prováděno čistě na základě odhadu a míra spolehlivost stanovení by byla kriticky nízká. Problém představují především plochá údolí, kde se údolní niva může rozprostírat na velkou vzdálenost od koryta vodního toku. Stanovení tohoto parametru bylo tedy prováděno výhradně pomocí distančních podkladů. Použita byla záplavová vrstva Q100, která byla poskytnuta státním podnikem Povodí Ohře, DMR 5. generace (ČÚZK) a Ortofoto mapa (ČÚZK). I přes dostatečně kvalitní podklady je míra přesného stanovení tohoto parametru velmi problematická a vyžaduje dlouholeté odborné zkušenosti.

5.3.3 Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

Parametr stanovuje zahloubení koryta v podélném profilu s tím, že hloubka zahloubení je měřena ode dna k horní břehové hraně (Langhammer 2014). Stanovení tohoto parametru bylo prováděno výhradně laserovým měřením z koryta toku, kdy laserový paprsek byl zaměřen na fixní bod horní břehové hrany (Obr. 10). U výrazných zahloubení, které již od pohledu překonávaly hranici 4 m, byl parametr stanoven expertním odhadem v terénu.

Obr. 10 – Ukázka stanovení hodnotícího parametru VHL laserovým měřením



Zdroj: (schéma: M. Jonáš)

5.3.4 Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

Parametr hodnotící variability hloubek v korytě v příčném profilu v rámci celého úseku (Langhammer 2014). Stanovení probíhalo výhradně broděním, kdy procentuální rozsah jednotlivých variabilit hloubek byl průběžně zaznamenáván na pomocný formulář a po ukončení úseku finálně zanesen do mapovacího formuláře. Spolehlivost stanovení je v tomto případě velmi vysoká. V případě zpevnění koryta kamennou dlažbou či betonem, je možné dosáhnout vysoké míry spolehlivosti stanovení i obchůzkou po břehu.

5.3.5 Dnový substrát (DNS)

Parametr mapující diverzitu dnového substrátu (materiálu dna) v rámci celého úseku (Langhammer 2014). I zde probíhalo stanovení čistě na základě brodění. Dobrou pomůckou se ukázalo pořizování pravidelných snímků, a to především v delších úsecích, kdy se dnový substrát častěji měnil. Bez následné analýzy této fotodokumentace by stanovení v těchto úsecích obsahovalo až příliš velké procento odhadu. Charakter dnového substrátu se dle očekávání v rámci vodního toku měnil. Dolní úseky byly tvořeny především vytríděnějším šterkem a jemnozrnným substrátem, naproti tomu horní úseky obsahovaly velké množství balvanů a hrubozrnných frakcí. Ukázku převážně písčitého substrátu v úseku LOU_023 nabízí Příloha 2.

5.3.6 Upravenost dna (UDN)

Parametr hodnotící míru antropogenních zásahů na substrát a strukturu dna (Langhammer 2014). Stanovení probíhalo broděním a obchůzkou po břehu. Zvláštní výzvu představovaly úseky, které protínaly soukromé pozemky a byly střídavě zakryty. Za účelem maximální možné míry spolehlivosti stanovení byly zakryté úseky monitorovány plazením. V případě, že byl bez přerušení zakryt delší úsek (nad 50 m), nebyl tento mapován a automaticky mu byla přidělena nejhorší hydromorfologická třída kvality. Konkrétně se jedná o úseky BOU_047 a BOU_049. Ukázka silné antropogenní modifikace dna, kterou představuje aplikace kamenné dlažby, je k vidění v Příloze 3 (Příloha 3).

5.3.7 Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

Parametr mapující výskyt kmenů, jejich částí a vývrátů, které při průměrném ročním průtoku leží ve vodě nebo jsou do ní ponořeny (Langhammer 2014). U malých toků s šířkou koryta do 10 m (případ Bouřlivce a Loučenského potoka) se zaznamenávají pouze kusy dřevin o délce alespoň 1,5 m a průměru 15 cm (Langhammer 2014). Ve většině úseků byl tento parametr proškrtnut, jelikož se v korytě žádné mrtvé dřevo nenacházelo. Evidentně čerstvě napadané kusy dřeva, které se do koryta dostaly antropogenní činností (stříhání stromů) nebyly zaznamenávány. Výraznější procentuální rozsah byl pozorován až v horních úsecích Bouřlivce a ojedinele i Loučenského potoka, které protékají zalesněnou krajinou. Dá se sice předpokládat, že intenzita odstraňování dřevin z koryta (především mimo intravilán) bude velmi nízká, ale protože nebyly k dispozici žádné relevantní podklady podporující tuto teorii, nebyla intenzita odstraňování dřevin v mapovacím formuláři zaznamenána. Ukázku již probíhající sukcese na spadlém kmenu v úseku LOU_034 nabízí Příloha 4.

5.3.8 Struktury dna (STD)

Parametr hodnotící variabilitu a míru zastoupení vybraných morfologických struktur dna, které významně ovlivňují charakter proudění v korytě (Langhammer 2014). Mapování bylo prováděno výhradně broděním, a to i v úsecích nízké prostupnosti koryta. Adresování tohoto parametru ze břehu by mohlo vyústit v nepřesné stanovení procentuálního rozsahu jednotlivých struktur. Rozsah jednotlivých morfologických makrostruktur dna byl v průběhu mapování úseku průběžně zaznamenáván na pomocný formulář, a zároveň byla pořizována fotodokumentace každé struktury pro pozdější kontrolu spolehlivosti stanovení. Mezi nejpočetnější struktury (pakliže se nejednalo o výrazněji upravený úsek) se řadí jednoznačně mělčiny a tůně, které jsou v horních úsecích toků doplněny o peřeje a místy o ostrovy. Typickou ukázkou mělčiny skýtá Příloha 5.

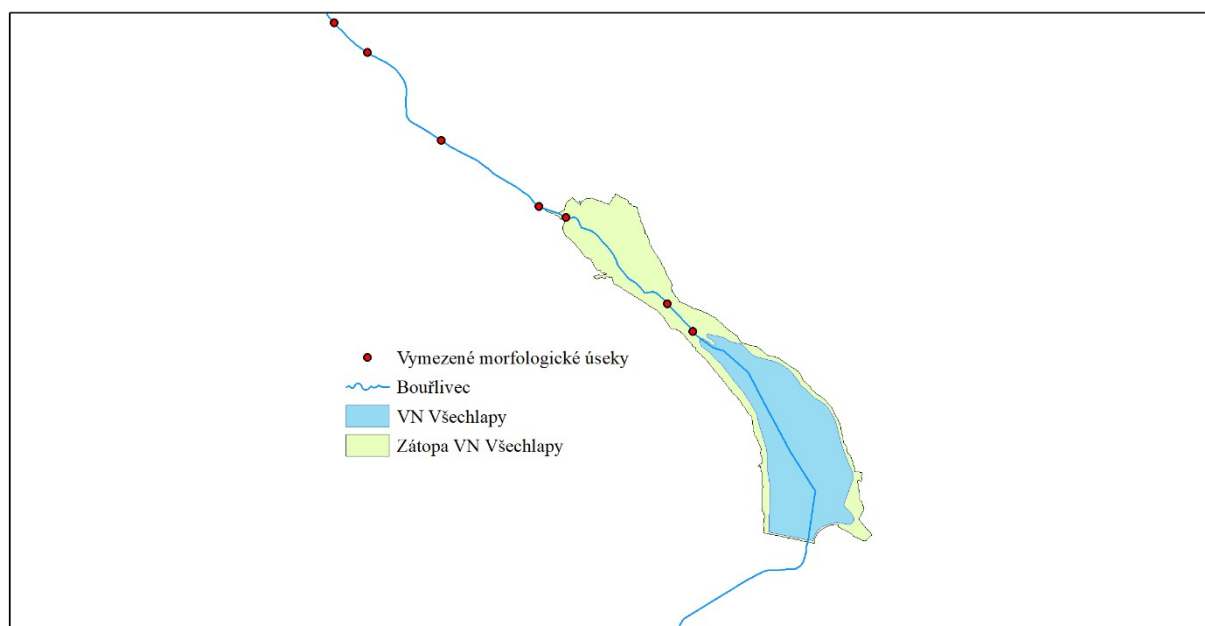
5.3.9 Charakter proudění (PRO)

Parametr stanovující variabilitu proudění v daném úseku (Langhammer 2014), který byl určován broděním. V rámci delšího úseku (nad 300 m) byl procentuální rozsah stanoven ze břehu, který poskytuje lepší rozhled nad zájmovým úsekem. Ukázku klouzavého proudění nabízí Příloha 6.

5.3.10 Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

Parametr hodnotící míru antropogenních zásahů do hydrologického režimu daného úseku (Langhammer 2014). Většinu možností tohoto parametru lze velmi snadno a dobře posoudit v terénu (např. vypouštění či odběry). Problémem je určit rozsah trvalého i periodického vzdutí například u větší vodní plochy. Zde je vhodným doplňkem terénního monitoringu analýza daného úseku nad distančními daty (Obr. 11), kde jsou polygonově vymezeny hranice zátopy těchto ploch (příklad VN Všechlapy). Velmi silně z hlediska vypouštění splaškových vod byl ovlivněn zejména úsek BOU_044 (Příloha 7).

Obr. 11 – Určení rozsahu vzdutí VN Všechlapy v prostředí GIS



Zdroj: (Povodí Ohře, s.p., DIBAVOD, terénní mapování)

5.3.11 Podélná průchodnost koryta (PPK)

Parametr hodnotící četnost a charakter výskytu umělých překážek v korytě, které negativně ovlivňují migrační průchodnost toku a generují změny v charakteru proudění (Langhammer 2014). Prakticky jediná možnost přesného stanovení počtu jednotlivých stupňů v korytě, představuje brodění. V některých úsecích byly stupně umístěny pod zakrytím koryta a jejich monitoring byl značně obtížný. Každý stupeň v úseku byl vyfotografován a počet jednotlivých

stupňů průběžně zaznamenáván do pomocného formuláře. Tento postup byl kriticky důležitý v úsecích s obrovským množstvím těchto stupňů (Příloha 8). Po ukončení úseku pak byly tyto sečteny a dle jejich změřené výšky zaneseny do mapovacího formuláře. Výška stupňů byla měřena pásmem ode dna koryta po horní hranu stupně. Míra migrační průchodnosti stupňů byla určena expertním odhadem, jelikož nebyly k dispozici žádné doplňující podklady, které by tento parametr stanovovaly.

5.3.12 Upravenost břehu (UBR)

Parametr mapující míru upravenosti koryta na levém i pravém břehu (Langhammer 2014). Mapování probíhalo broděním a ve vybraných úsecích bylo určení některých parametrů velmi obtížné. Jedná se především o odhalení rozpadlé rovinaniny v zarostlé břehové vegetaci (Příloha 9). Adresování tohoto parametru ze břehu by bylo nemožné. Mapování probíhalo odděleně pro levý břeh a pravý břeh. Právě parametr UBR sloužil v mnoha případech jako impuls pro ukončení úseku a začátek nového. Dělo se tak především v místech, kdy se rozpadlá zpřírodněná rovinanina měnila v kamennou dlažbu. V tomto případě se jedná o tak výraznou změnu v upravenosti břehu, že byly takto vymezeny místy i úseky kratší než 100 m.

5.3.13 Břehová vegetace (BVG)

Parametr hodnotící výskyt vybraných kategorií vegetace pro pravý a levý břeh (Langhammer 2014). Mapování probíhalo dle následujícího schématu: (1) monitoring úseku broděním a zaznamenání hlavní struktury vegetace na pomocný formulář, (2) opětovný monitoring z břehové hrany a fotodokumentace jednotlivých kategorií, (3) finální monitoring úseku obchůzkou po břehové hraně a zanesení procentuálního rozsahu jednotlivých kategorií do mapovacího formuláře. Míra spolehlivosti stanovení při této metodice je vysoká a jen podporuje reprezentativní vymezení jednotlivých hydromorfologických tříd kvality. Kombinaci trávobylinných a ruderálních vegetačních struktur předkládá Příloha 10.

5.3.14 Využití příbřežní zóny (VPZ)

Parametr hodnotící způsob využití plochy inundačního území v příbřežní zóně do vzdálenosti 50 m od koryta vodního toku (Langhammer 2014). Mapování probíhalo kombinací terénního monitoringu a analýzou distančních dat (Ortofoto). V rámci terénního mapování byl u každého úseku parametr VPZ předběžně stanoven na místě a následně zkontrolován v prostředí GIS nad distančními podklady, kde pomocí měření byla přesně vytyčena vzdálenost („*buffer*“) 50 m od koryta, aby nedocházelo k prolnutí s parametrem využití údolní nivy (VNI), (Obr. 12). Zcela degradační využití příbřežní zóny v úseku BOU_032 prezentuje Příloha 11.

Obr. 12 – Stanovení hodnotícího parametru VPZ na podkladu Ortofota



Zdroj: (ČÚZK, DIBAVOD, terénní mapování)

5.3.15 Využití údolní nivy (VNI)

Parametr hodnotící způsob využití plochy údolní nivy v celém rozsahu, kdy mapované kategorie jsou shodné s parametrem VPZ (Langhammer 2014). Určení rozsahu výskytu jednotlivých kategorií probíhalo výhradně za použití distančních dat. Stanovení v terénu je velmi složité a vedlo by k nedostatečné spolehlivosti a reprezentativnosti určení. Jako podklad byla použita vrstva Ortofota (ČÚZK), kde byla v prvním kroku pomocí funkce „Buffer“ vytyčena hranice příbřežní zóny (50 m od koryta vodního toku) a následně určeny parametry využití údolní nivy dle záplavového území při Q100 (Povodí Ohře, s.p.)

5.3.16 Průchodnost inundačního území (PIN)

Parametr mapující výskyt umělých objektů a staveb, které rozdělují záplavové území či omezují pohyb říčního koryta napříč inundačním územím (Langhammer 2014). Některé kategorie tohoto parametru (například povodňové hráze podél koryta či liniové stavby vedené paralelně s korytem) byly určeny na základě terénního mapování. Pro stanovení ostatních kategorií bylo třeba opět použít distančních podkladů. Byla použita vrstva Základních map v měřítku 1:10 000 v kombinaci s Ortofoto snímky. Míra spolehlivosti stanovení je zde v porovnání s ostatními parametry lehce nižší, a to především z důvodu komplikovanosti přesného vymezení hranice inundačního území.

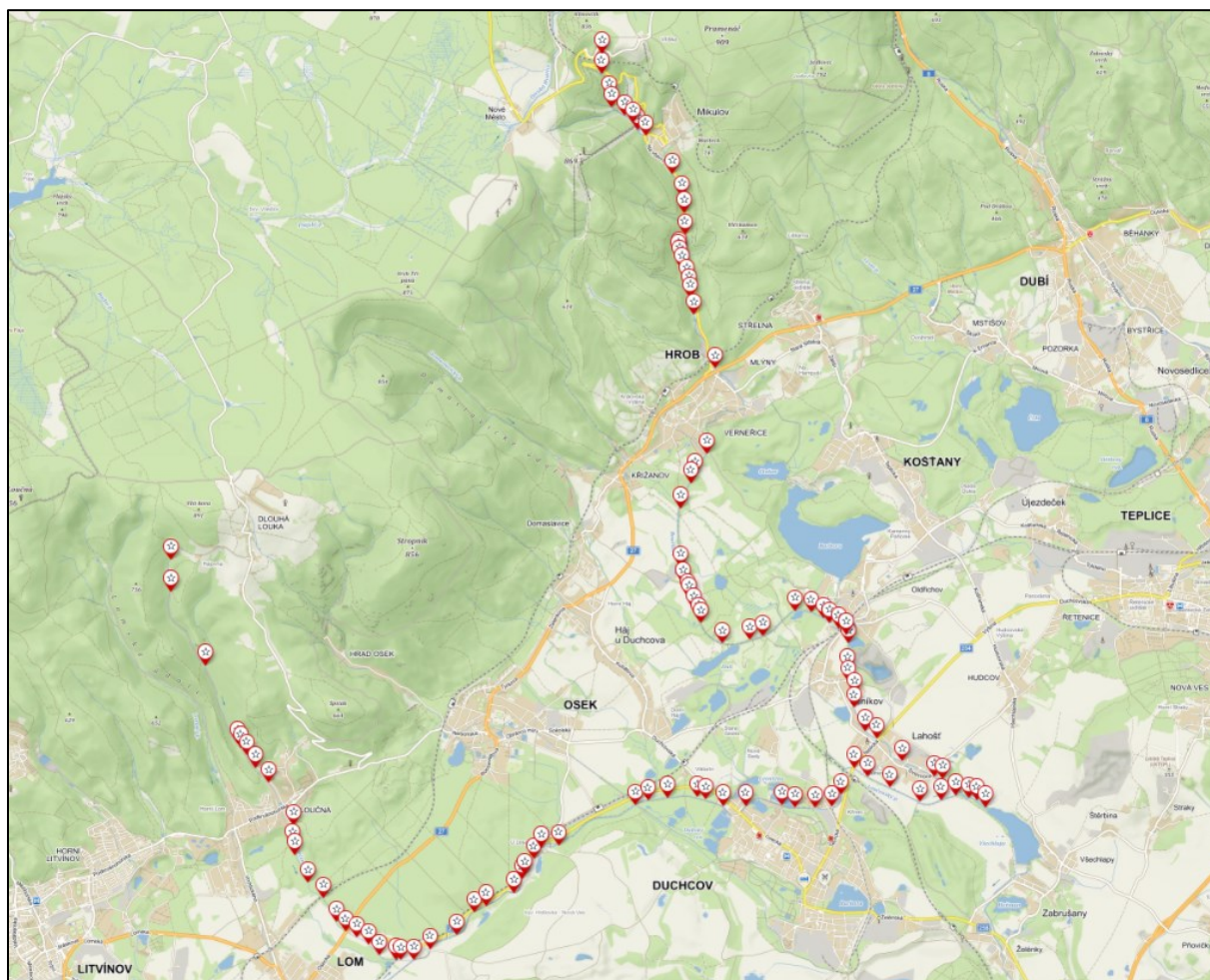
5.3.17 Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

Parametr hodnotící charakter tvaru břehů a dna (na pravém i levém břehu) vzniklých fluvialními procesy (Langhammer 2014). Stanovení probíhalo výhradně broděním a využití jiné mapovací strategie z vlastních terénních zkušeností není vhodné. Především v úsecích zarostlých hustou vegetací, která zhoršuje vhléd do koryta, není možné odhalit všechny fluvialní tvary a výsledek mapování je tak negativně zkreslen. Mezi často pozorované struktury patřily břehové nátrže, které v podhorských a horských úsecích byly místy značně rozsáhlé (Příloha 12).

5.4. Transformace GPS souřadnic úseků do systému S-JTSK

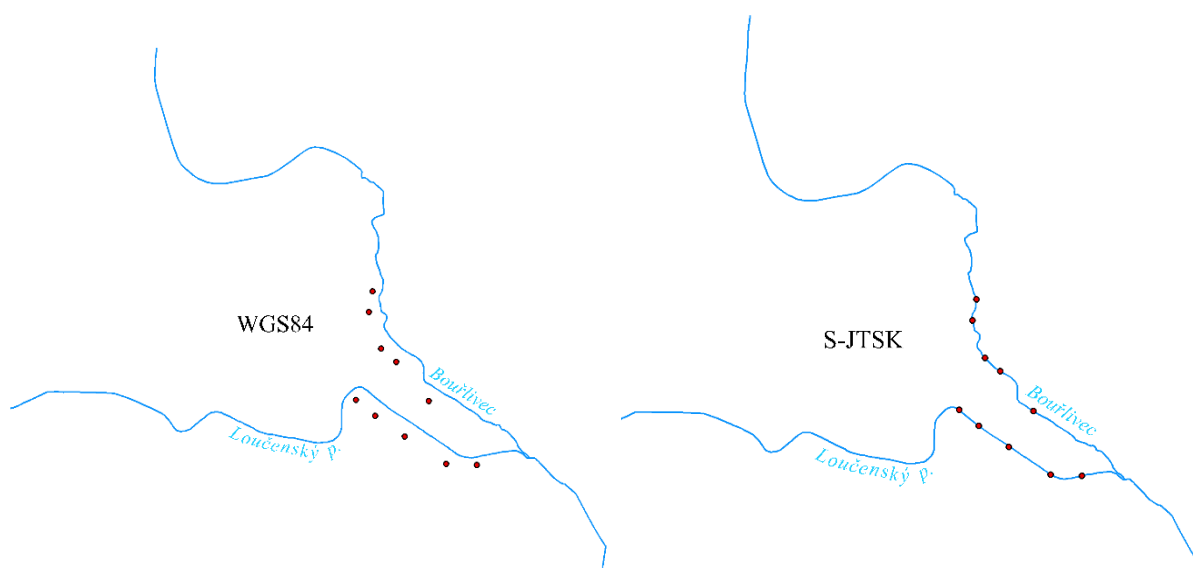
U všech počátečních i koncových bodů jednotlivých úseků byly zaznamenávány zeměpisné souřadnice pomocí mobilního telefonu a body byly uloženy do serveru Mapy.cz k další analýze (Obr. 13). Z tohoto serveru byly následně staženy ve formátu *GPX* a pomocí funkce „*GPX to features*“ vloženy do pracovního prostředí GIS. Takto vložené body se automaticky uloží v souřadnicovém systému WGS84, ve kterém pracují veškeré GPS přístroje. Jenže Česká republika je projektována v souřadnicovém systému S-JTSK. Bylo tedy třeba provést transformaci těchto bodů, pomocí funkce „*Project*“, do odpovídajícího souřadnicového systému (Obr. 14). Jakmile jsou body v požadovaném souřadnicovém systému, je možné je ukotvit do osy střednice toku a dále upravovat. V rámci této práce byla každému bodu přiřazena informace o nadmořské výšce (na 2 desetinná místa), staničení (na 3 desetinná místa) a případně poznámka o zajímavém jevu v daném úseku. Všechny tyto informace byly následně uloženy do atributové tabulky bodové vrstvy.

Obr. 13 – Uložení souřadnic úseků Bouřlivce a Loučenského potoka v serveru Mapy.cz



Zdroj: (Mapy.cz, terénní mapování)

Obr. 14 – Transformace bodů z projekce WGS84 do projekce S-JTSK ve vybraných úsecích

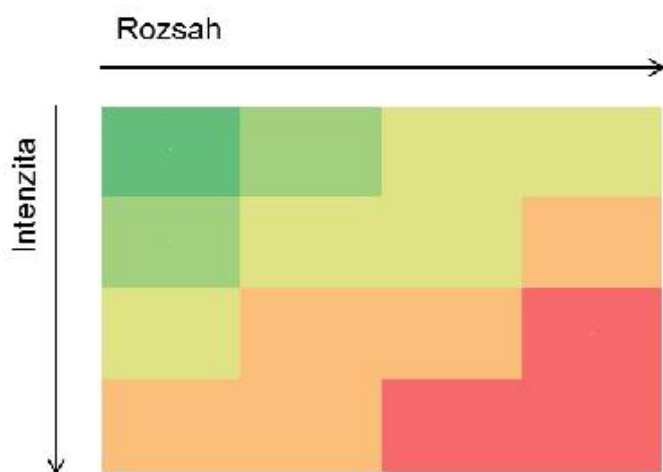


Zdroj: (DIBAVOD, terénní mapování)

5.5 Skórování hodnotících parametrů

V této kapitole budou nastíněny jednotlivé kroky skórování a následného vyhodnocení úseků hydromorfologického monitoringu. Zcela klíčový podklad pro reprezentativní vyhodnocení hydromorfologických tříd kvality, zde představuje správně vyplněný mapovací formulář (Příloha 1). Základní princip skórování hodnotících parametrů stanovují dva aspekty – intenzita úpravy a rozsah úpravy v rámci hodnoceného úseku (Langhammer, Hartvich 2014). Z kombinace těchto aspektů následně vzniká základní podoba hodnotící matice (Obr. 15), (Langhammer, Hartvich 2014). Jednotlivé hodnotící parametry (kap. 5.3) podléhají univerzálnímu či typově specifickému skórování. Při typově specifickém hodnocení jsou, pro daný parametr každého typu vodního útvaru, definované specifické hodnotící matice. Univerzální skórování naopak nabízí jednotné matice univerzálně platné pro všechny typy vodních útvarů (Langhammer, Hartvich 2014). Než se však přejde k samotnému skórování, tak je nutné stanovit typ vodního útvaru pro každý vymezený úsek vodního toku, neboť při typově specifickém hodnocení jsou odlišným typům vodních útvarů, přiřazeny odlišné typy vah hodnotících parametrů. Tento krok má za cíl lepší popsání aktuálního hydromorfologického stavu různých typů vodních toků z hlediska jejich blízkosti k přirozenému stavu (Langhammer, Hartvich 2014).

Obr. 15 – Základní podoba hodnotící matice



Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

5.5.1 Určení typologie vodního útvaru

Pro určení typologie vodních útvarů všech úseků Bouřlivce a Loučenského potoka (celkem 101 úseků) byl použit podklad „Vymezení typů vodních toků“ (Langhammer a kol. 2009). Tato metodika v rámci České republiky vyděluje dle hrubého zonálního dělení 21 typů vodních toků

a v rámci tzv. jemného dělení celkem 47 typů vodních toků (Langhammer a kol. 2009). V metodice HEM jsou tyto typy vodních toků seskupeny do celkem 8 skupin (Tab. 5) na základě promítnutí klíčových fyzicko-geografických parametrů, které ovlivňují hydromorfologii toku a údolní nivy (Langhammer, Hartvich 2014). Každému z 8 typů vodních toků jsou přiřazeny odlišné váhy zohledňující intenzitu a rozsah úprav v korytě, břehu a příbřežní zóně a v inundačním území dle typu vodního útvaru (Příloha 13).

Typologie vodních útvarů pro zájmový úsek Bouřlivce i Loučenského potoka (Tab. 6, Tab. 7) byla stanovena na základě vrstvy jemného dělení vodních útvarů (Langhammer a kol. 2009) dostupné na Hydroekologickém informačním systému Výzkumného ústavu vodohospodářství Tomáše Garrigue Masaryka, (dále HEIS VÚV).

Tab. 5 – Seskupené skupiny vodních toků pro typově specifické hodnocení

<i>Kód</i>	<i>Skupina typů</i>	<i>Zahrnuté typy toků</i>
HOR	Horský tok	1-4-1-1, 1-4-1-2, 1-4-2-1, 1-4-2-2, 2-4-2-1, 3-4-1-1, 3-4-2-1
PVR	Potok vrchovinný	1-3-1-1, 1-3-2-1, 2-3-1-1, 2-3-2-1, 3-3-1-1, 3-3-2-1
TVR	Tok vrchovinný	1-3-1-2, 1-3-1-3, 1-3-2-2, 2-3-1-2, 2-3-2-2, 3-3-1-2, 3-3-2-2
PPK	Potok pahorkatinný na krystaliniku	1-2-1-1, 2-2-1-1, 3-2-1-1
PPS	Potok pahorkatinný na sedimentu	1-2-2-1, 2-2-2-1, 3-2-2-1
TPA	Tok pahorkatinný	1-2-1-2, 1-2-2-2, 2-2-1-2, 2-2-2-2, 3-2-1-2, 3-2-2-2
TNI	Tok nížinný	1-1-1-1, 1-1-1-2, 1-1-2-1, 1-1-2-2, 3-1-2-1, 3-1-2-2
REK	Řeka	1-1-1-3, 1-1-2-3, 1-2-1-3, 1-2-2-3, 2-2-2-3, 3-1-2-3, 3-2-1-3, 3-2-2-3

Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

Tab. 6 – Typologie zájmového úseku Bouřlivce (ř. km 5,135 – 18,587)

<i>Typologie vodního útvaru</i>	<i>Počet úseků</i>	<i>Délka úseků [km]</i>	<i>% zastoupení</i>
TPA	28	6,729	50,02
PPS	4	2,279	16,94
PPK	10	2,071	15,40
PVR	10	2,373	17,64

Zdroj: (Langhammer a kol. 2009, Langhammer, Hartvich 2014, HEIS VÚV, terénní mapování)

Tab. 7 – Typologie Loučenského potoka (ř. km 0 – 14,655)

<i>Typologie vodního útvaru</i>	<i>Počet úseků</i>	<i>Délka úseků [km]</i>	<i>% zastoupení</i>
TPA	29	8,297	56,62
PPS	12	2,508	17,11
PPK	6	2,356	16,08
PVR	2	1,494	10,19

Zdroj: (Langhammer a kol. 2009, Langhammer, Hartvich 2014, HEIS VÚV, terénní mapování)

5.5.2 Výpočet hydromorfologického stavu úseku a vybraných zón

Po přiřazení odpovídajícího typu vodního útvaru každému vymezenému úseku, je možné přejít ke skórování hodnotících parametrů a následnému výpočtu hydromorfologického stavu úseku. Samotné skórování je poměrně jednoduché. Pro každý hodnotící parametr jsou nastaveny skórovací tabulky, a to buď v univerzálním či typově specifickém směru. Výsledné skóre hodnotícího parametru je rovno nejvyššímu zjištěnému skóre dle skórovací tabulky a variuje v intervalu 1-5 (1 = nejlepší, 5 = nejhorší). Po dokončení skórování všech dílčích parametrů, je následně dle rovnice 2 (Rov. 2) vypočten celkový hydromorfologický stav úseku, a dle výsledku zařazen do odpovídající hydromorfologické třídy kvality (viz. Tab. 4). Každé skóre hodnotícího parametru je v Rov. 2 násobeno vahou pro typ vodního toku dle Přílohy 13. Příkladem aplikování postupu v praxi budiž 1. úsek Bouřlivce proti proudu (BOU_001), (Tab. 8). Výpočet hydromorfologického stavu vybrané zóny probíhá dle totožného schématu. Po výběru hodnotících parametrů, které nejlépe charakterizují danou zónu, jsou tyto následně násobeny typově specifickými vahami dle typu vodního útvaru (viz. Příloha 13) a následně děleny součtem těchto vah. Příklad praktické aplikace poskytuje Rov. 3.

Rov. 2 – Rovnice pro výpočet hydromorfologického stavu úseku

$$\text{HMS} = (\text{TRA} * k_{tra_typ} + \text{VSK} * k_{vsk_typ} + \text{VHL} * k_{vhl_typ} + \text{VHP} * k_{vhp_typ} + \text{DNS} * k_{dns_typ} + \text{UDN} * k_{udn_typ} + \text{MDK} * k_{mdk_typ} + \text{STD} * k_{std_typ} + \text{PRO} * k_{pro_typ} + \text{OHR} * k_{ohr_typ} + \text{PPK} * k_{ppk_typ} + \text{UBR} * k_{ubr_typ} + \text{BVG} * k_{bvg_typ} + \text{VPZ} * k_{vpz_typ} + \text{VNI} * k_{vni_typ} + \text{PIN} * k_{pin_typ} + \text{BMK} * k_{cpr_typ}) / 4$$

Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

Rov. 3 – Výpočet hydromorfologického stavu zóny koryta a trasy toku na příkladu pahorkatinných toků

$$\text{HMS} = (\text{TRA} * k_{tra_typ} + \text{VSK} * k_{vsk_typ} + \text{VHL} * k_{vhl_typ} + \text{VHP} * k_{vhp_typ} + \text{PRO} * k_{pro_typ} + \text{OHR} * k_{ohr_typ}) / 1,4$$

Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

Tab. 8 – Skóre hodnotících parametrů úseku BOU_001

TRA	1	MDK	3	BVG	3	HMS	1,68
VSK	3	STD	3	VPZ	1	HMT	2
VHL	1	PRO	2	VNI	2		
VHP	2	OHR	5	PIN	1		
DNS	2	PPK	1	BMK	4		
UDN	1	UBR	1				

Zdroj: (terénní mapování)

5.5.3 Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

Parametr vyjadřující jedním číslem hydromorfologickou kvalitu celého vodního útvaru. Vypočítá se dle rovnice 4 (Rov. 4) jako vážený průměr hydromorfologického stavu jednotlivých úseků, kde vahou je délka úseku, zaokrouhlený nahoru (Langhammer, Hartvich 2014). Výsledné hodnotě je následně přidělena hydromorfologická třída kvality (viz. Tab. 4). Výsledky pro zájmový úsek Bouřlivce a Loučenský potok jsou prezentovány v kapitole 7.

Rov. 4 – Rovnice pro výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

Zdroj: (Langhammer, Hartvich 2014)

5.6 Zdroje dat

Mapové výstupy byly konstruovány výhradně v programu ArcMap 10.6. Některé grafické úpravy byly následně doplněny v programu OpenOrienteering Mapper 0.9.0. Tabulkové výstupy a výpočty s nimi spojené byly prováděny v MS Excel 2018.

Mezi hlavní zdroje dat se řadí:

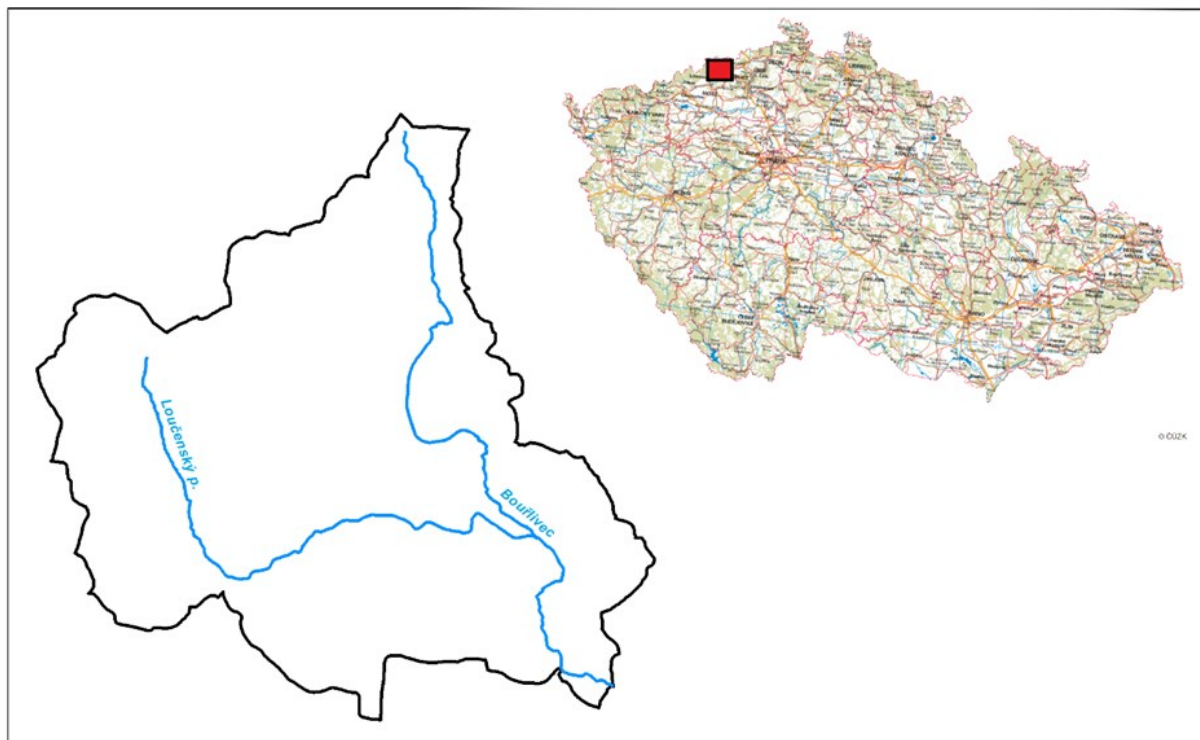
- (1) mapové podklady ČÚZK (Základní mapa 1: 10 000, DMR 5. generace, ZABAGED), (2) mapové podklady HEIS VÚV (DIBAVOD), (3) mapové podklady poskytnuté Povodím Ohře, s.p., (4) data zjištěná vlastním terénním průzkumem, (5) mapy ČGS, (6) server Mapy.cz, (7) databáze Copernicus, (8) databáze PLADIAS.

6. Fyzicko-geografická charakteristika zájmového území

6.1 Vymezení zájmového území v rámci České republiky

Poloha povodí Bouřlivce, včetně jeho páteřních toků, je prezentována na Obr. 16.

Obr. 16 – Vymezení zájmového povodí v rámci České republiky



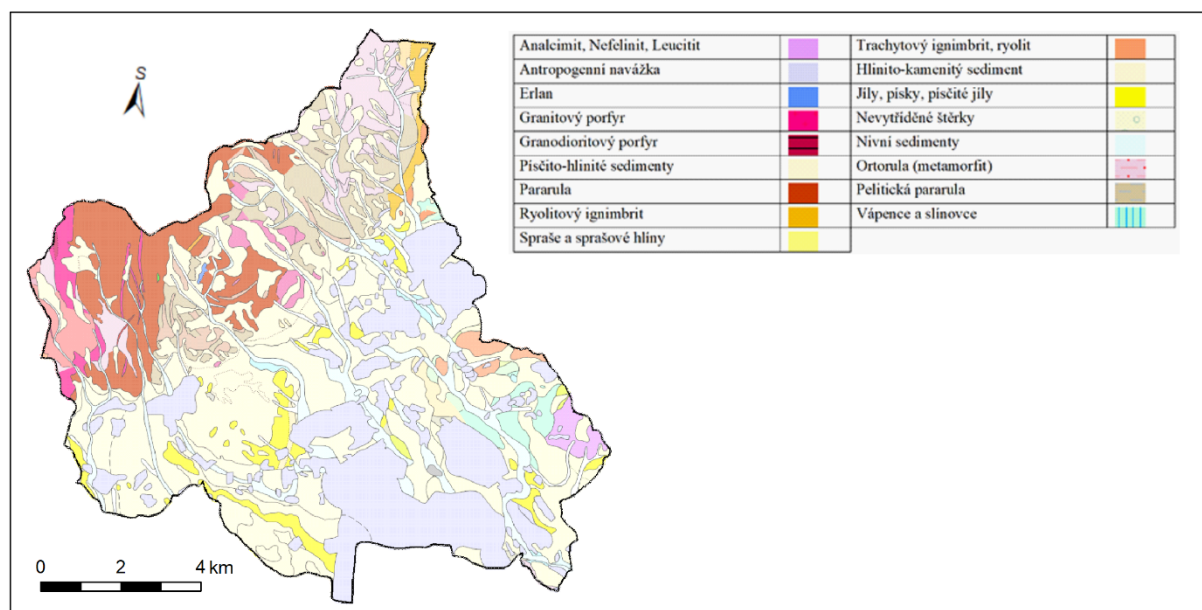
Zdroj: (ČÚZK, DIBAVOD, upraveno autorem)

6.2 Geologické a geomorfologické poměry

Celé povodí Bouřlivce spadá do oblasti Českého masivu, konkrétně do tzv. Saxothuringika (oblast sasko-duryňská), (dle Chlupáč a kol. 2002). Tato oblast je jeden z 5 hlavních bloků Českého masivu. Dle geologické mapy 1: 50 000, kterou poskytuje Česká geologická služba (dále ČGS), lze vymežit základní horniny v zájmové oblasti. V horní sféře povodí, tedy v pramenné oblasti Bouřlivce a jeho přítoků, jsou nejčastěji zastoupené pararuly a ortoruly, kde pararuly jsou místy proloženy pásy ryolitu. Pod vrchem Loučná, v západní části povodí se vyskytují žilné intruze granitového porfyru s vklíněnými oblastmi granodioritového porfyru. Ve východním cípu povodí se táhne úzký pás ryolitového ignimbritu a jihovýchodně od obce Dlouhá Louka se vyskytují ostrůvkovité zastoupení erlanu. S klesající nadmořskou výškou se výrazně mění stavba geologického podloží. Místo hornin krystalinika začínají dominovat písčito hlinité a hlinité sedimenty, společně s antropogenní navázkou. Sekundárně nejrozšířenějšími horninami by pak byly nevytříděné šterky, písky, nivní sedimenty, písčité jíly

a jíly, spraše a sprašové hlíny. Severně od obce Lahošť se v menší míře vyskytuje ryolit a ignimbrit. Posledním geologicky pestřejším územím je okolí Zabušan. Severně od této obce se nalézají vápence a slínovce marinního původu a severovýchodně od obce pak vulkanické horniny analcimit, nefelinit a leucitit (dle ČGS, Geologická mapa 1: 50 000). Přehled hlavních horninových typů v zájmovém povodí je prezentován na Obr. 17.

Obr. 17 – Přehled hlavních horninových typů povodí Bouřlivce



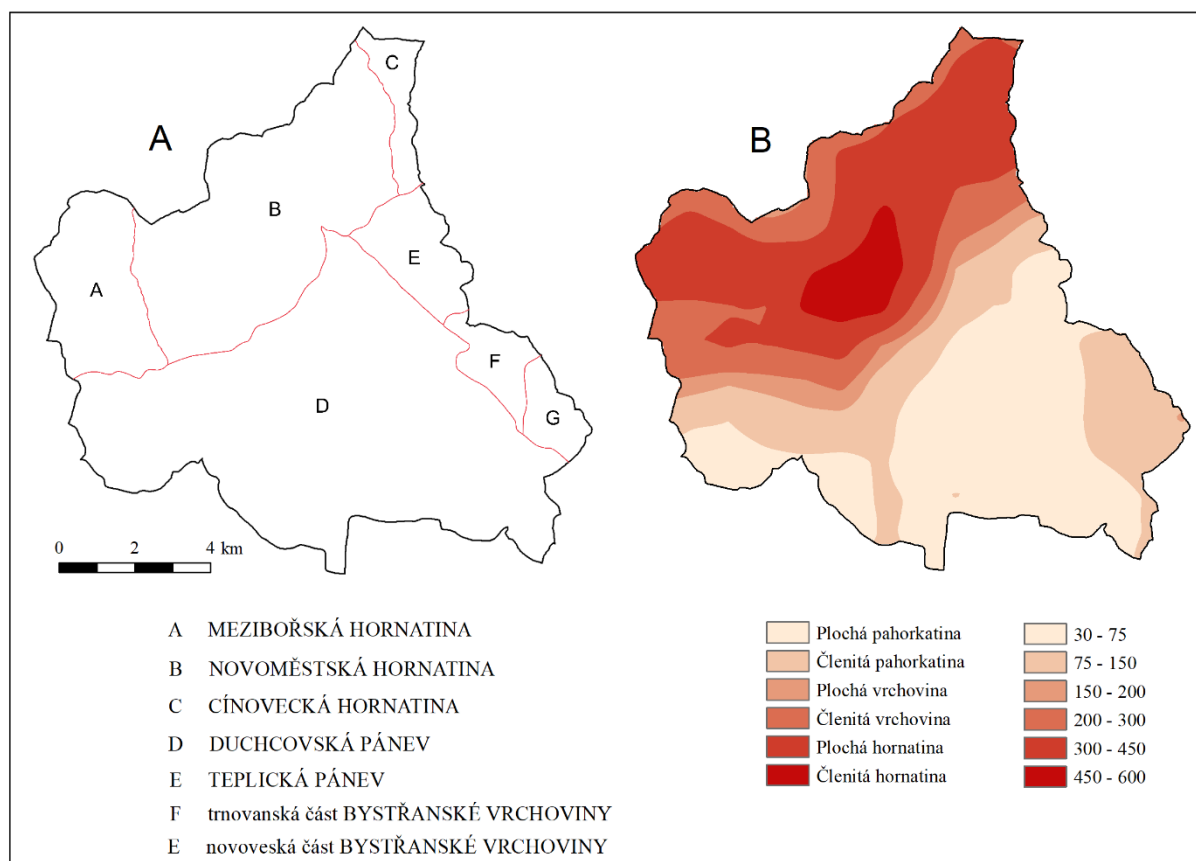
Zdroj: (ČGS, Geologická mapa 1: 50 000, upraveno autorem)

Z hlediska geomorfologického se většina povodí rozkládá v Duchcovské pánvi, s drobným přesahem východního cípu do Teplické pánve. Okrajová jihovýchodní část povodí zasahuje do trnovanské a novoveské části Bystřanské vrchoviny. Převážná část horního území povodí se nachází v Novoměstské hornatině, se západním přesahem do Mezibořské a drobným severovýchodním přesahem do Cínovecké hornatiny (A In Obr. 18), (dle Balatka, Kalvoda 2006). Páteční toky kopírují hranice některých menších geomorfologických jednotek. Bouřlivec pramení v Cínovecké hornatině, ale prakticky okamžitě začíná kopírovat hranici Cínovecké a Novoměstské hornatiny. Na ř. km 14,143 vtéká do Teplické pánve a na ř. km 11,864 se stáčí jihozápadním směrem do Duchcovské pánve, kde poté ústí do Bíliny. Loučenský potok pramení přímo na hranici Mezibořské a Novoměstské hornatiny a jejich hranici kopíruje až k dosažení ř. km 11,190. Následně vtéká do Duchcovské pánve, kde svou pouť končí zaústěním do Bouřlivce (dle Balatka, Kalvoda 2006, DIBAVOD, Povodí Ohře, s.p., terénní mapování).

Při zvýšeném důrazu na vydělení jednotlivých morfometrických jednotek v rámci zájmové oblasti dle relativní členitosti, je zjištělé, že výraznou část povodí zaujímají ploché pahorkatiny, kdy největší „koncentrace“ těchto morfometrických jednotek se rozprostírá na

středním toku Bouřlivce. Pás členitých pahorkatin, který navazuje na pahorkatiny ploché, se táhne výhradně ze západního okraje povodí, u obce Louka u Litvínova, k východním okrajům povodí, k obci Jeníkov. Nad nimi se „krčí“ velmi úzký pás plochých a členitých vrchovin, táhnoucí se od západního okraje povodí k jeho východnímu okraji. V pramenných partiích toků se poté nachází poměrně široký pás plochých hornatin, který se opět táhne od západního k východnímu okraji zájmového povodí. V okolí pramenné oblasti Hájského potoka je možné nalézt i členité hornatiny. Maximální hodnota převýšení v povodí je 547,5 m (cca 1,5 km západně od obce Háj u Duchcova). Výše uvedené stanovení morfometrických jednotek bylo provedeno na základě práce Kudrnovské a Kousala (1971). Přesné rozložení jednotlivých morfometrických jednotek v povodí Bouřlivce a hodnoty převýšení byly spočteny v programu ArcMap 10.6., kdy zájmová oblast byla rozdělena do čtverců 2x2 km, pro jejichž plochy byly počítány hodnoty relativní výškové členitosti (B In Obr. 18).

Obr. 18 – Rozložení geomorfologických jednotek a relativní členitost povodí Bouřlivce



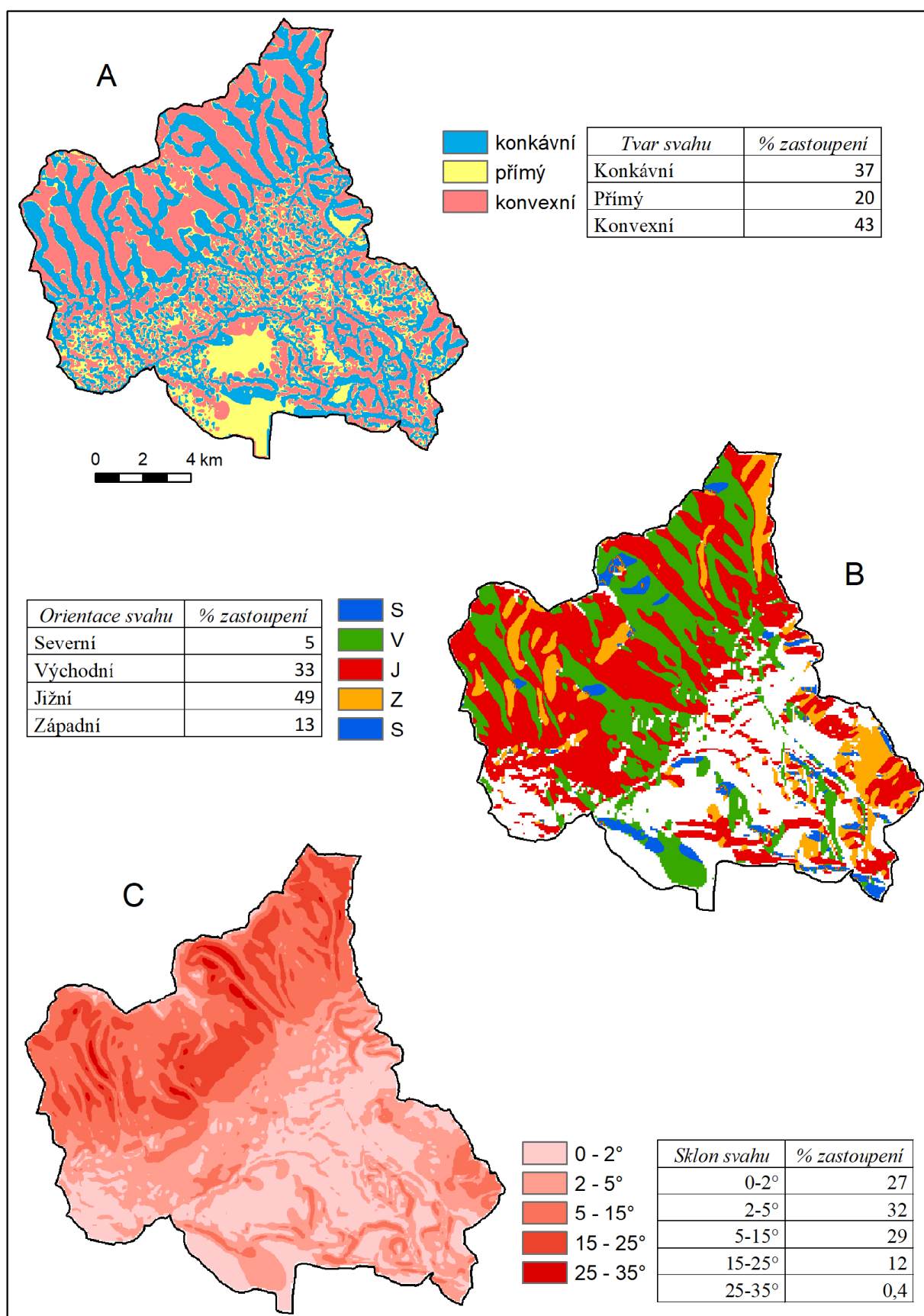
Zdroj: (DIBAVOD, ZABAGED, Balatka, Kalvoda 2006)

Pro kompletizaci geomorfologické charakteristiky, byla věnována pozornost také svahům, u nichž se vyčleňuje sklon, orientace a tvar. Svahy se třídí dle sklonu do několika základních kategorií (dle Demek 1987). V povodí Bouřlivce jsou zastoupeny sklony od

rovinných ploch až po velmi příkře skloněné. Maximální sklon svahu zde dosahuje přibližně 26°. Nejzastoupenější třídou svahů jsou zde sklony v rozmezí 2-5°, které zaujímají přibližně 32 % plochy povodí. Naopak velmi příkře skloněné svahy zabírají přibližně 0,4 % (C In Obr. 19). Orientace vyjadřuje pozici svahu vzhledem ke světové straně, která je vyjádřena směrem normály daného svahu. Orientace není uvažována u rovin, tj. ploch se sklonem menším nebo rovným 2° (Křížek, Uxa, Mida 2016), (B In Obr. 19). V povodí Bouřlivce převládá jižní a jihovýchodní orientace svahů. Naopak nejméně zastoupeny jsou zde severní a severozápadní svahy. Jižní a jihovýchodní svahy jsou v povodí zastoupeny především na jeho středním toku. Zastoupení severních a severozápadních svahů poté převládá v krajině kolem Duchcova.

Tvar svahu je dán jeho zakřivením, tj. křivostí ve vertikálním a horizontálním směru (Křížek, Uxa, Mida 2016). Dle vertikální křivosti se svahy dělí na přímé, konvexní a konkávní a dle horizontální křivosti na paralelní, divergentní a konvergentní (Demek 1987). V povodí Bouřlivce převládají svahy konvexní. Nicméně rozdíl v zastoupení konvexních a konkávních svahů je poměrně malý. Nejméně zastoupeny jsou zde svahy přímé (A In Obr. 19). Kompletní svahové poměry (tj. sklon, tvar a orientace svahů), včetně procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií prezentuje Obr. 19 (Obr. 19). Procentuální zastoupení výskytu jednotlivých kategorií jsou zaokrouhlena, a byla vypočítána v programu ArcMap 10.6, z vytvořených rastrů sklonitosti, orientace a tvaru svahů, které jsou také součástí Obr. 19. Pro vytvoření těchto rastrů byla použita data z databází ZABAGED (ČÚZK) a DIBAVOD (HEIS VÚV).

Obr. 19 – Ucelený přehled svahových poměrů povodí Bouřlivce.



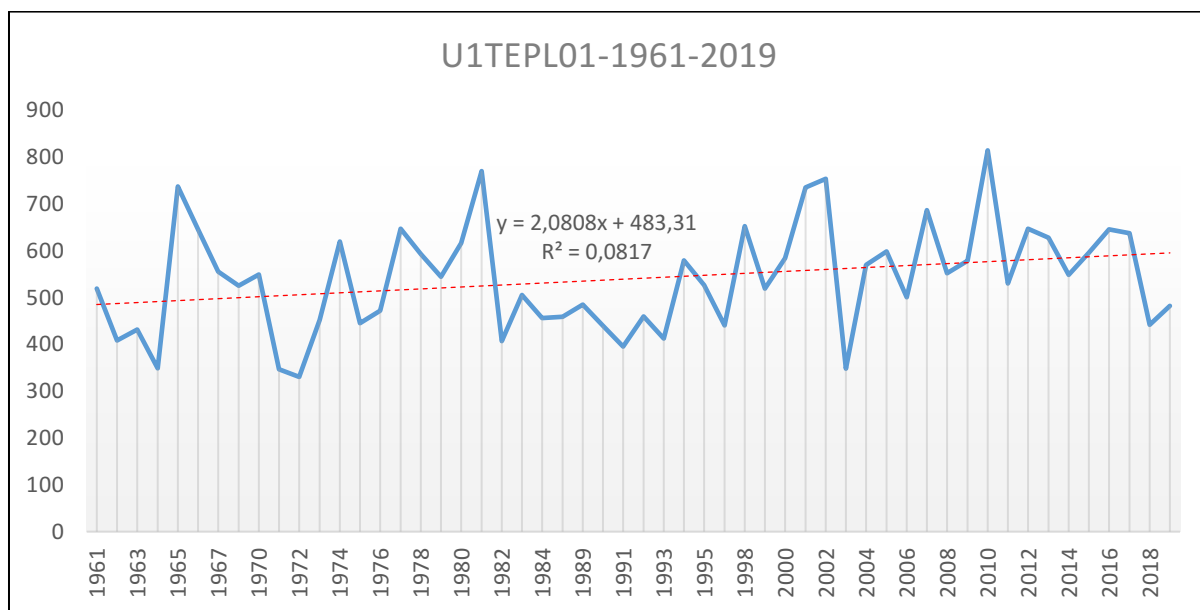
Zdroj: (ZABAGED, DIBAVOD)

6.3 Klimatické a hydrologické poměry

Základní rozdělení klimatických oblastí v povodí Bouřlivce bylo provedeno na podkladu revidované klasifikace klimatu ČSR z roku 1958 (dle Tolasz a kol. 2007). Dle této klasifikace se řadí ploché dno Duchcovské a Teplické pánve zájmového povodí do oblasti A2, která je charakteristická teplým a suchým létem s mírnou zimou a poměrně krátkým slunečním svitem, a do oblasti B1, která je charakterizována suchým, mírně teplým létem s mírnou zimou. V horní části povodí se rozprostírá oblast B3, která je shora ohraničena nadmořskou výškou 500 m n. m. a představuje mírně teplou a vlhkou oblast pahorkatin, která je typická mírně teplým létem s mírnou zimou. V nejvyšších oblastech povodí na ni navazuje oblast C1, která představuje mírně chladnou oblast, kde průměrná červencová teplota nejčastěji variuje v intervalu 12 – 15 C° (dle Tolasz a kol. 2007, str. 234-235).

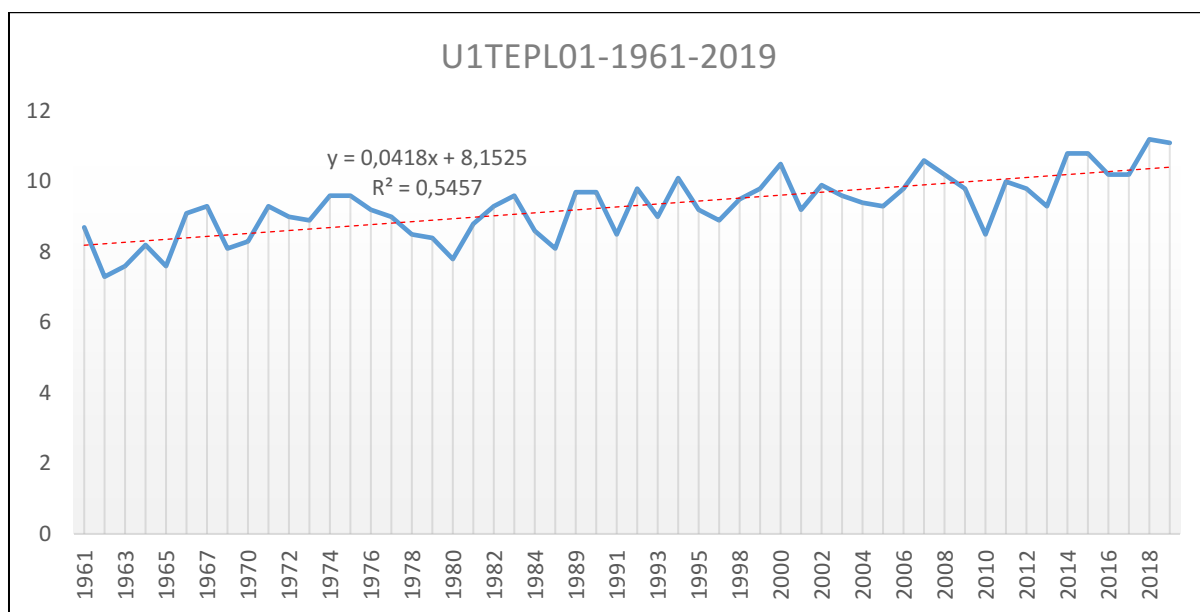
V rámci charakteristiky klimatických poměrů byla provedena základní analýza vybraných meteorologických prvků: teploty vzduchu a srážkových úhrnů, a to včetně historických údajů (Tab. 9, resp. Tab. 10). Pro tyto účely byla použita datová řada z období 1961-2019 pro stanici Teplice (U1TEPL01, 236 m n. m.), která se nachází přibližně 2,5 km od východního okraje zájmového povodí. Na území samotného povodí se sice nachází drobné meteorologické stanice, ty ale neposkytují dostatečně dlouhé datové řady k odhalení případného trendu nebo se jedná pouze o stanice srážkoměrné (bez údajů o teplotě vzduchu). Vykreslení datových řad ročních srážkových úhrnů je prezentováno v grafu 1 (Graf 1) a datové řady průměrné teploty vzduchu jsou promítnuty v grafu 2 (Graf 2).

Graf 1 – Roční srážkové úhrny [mm] v rozmezí let 1961-2019 (*)



Zdroj: (ČHMÚ)

Graf 2 – Průměrné roční teploty vzduchu [C°] v rozmezí let 1961-2019 (*)



Zdroj: (ČHMÚ)

(*) Pozn: V obou grafech nejsou zakomponovány roky: 1968, 1986, 1987, 1988 a 1996, pro které nebyly k dispozici data.

Tab. 9 – Historická maxima a minima srážkových událostí pro stanici U1TEPL01

Nejvyšší roční úhrn srážek	814,8 mm	2010
Nejnižší roční úhrn srážek	330,7 mm	1972
Měsíční maximum	206 mm	Srpen 2010
Měsíční minimum	1,3 mm	Listopad 2011
Denní maximum	73,9 mm	12. 8. 2002

Zdroj: (ČHMÚ)

Tab. 10 – Historická maxima a minima teplot vzduchu pro stanici U1TEPL01

Nejvyšší roční průměrná teplota	11,2 C°	2018
Nejnižší roční průměrná teplota	7,6 C°	1963, 1965
Měsíční maximum	23,9 C°	Červenec 2006
Měsíční minimum	-7 C°	Leden 1963
Denní maximum	30,5 C°	26. 6. 2019
Denní minimum	-18,9 C°	9. 1. 1985

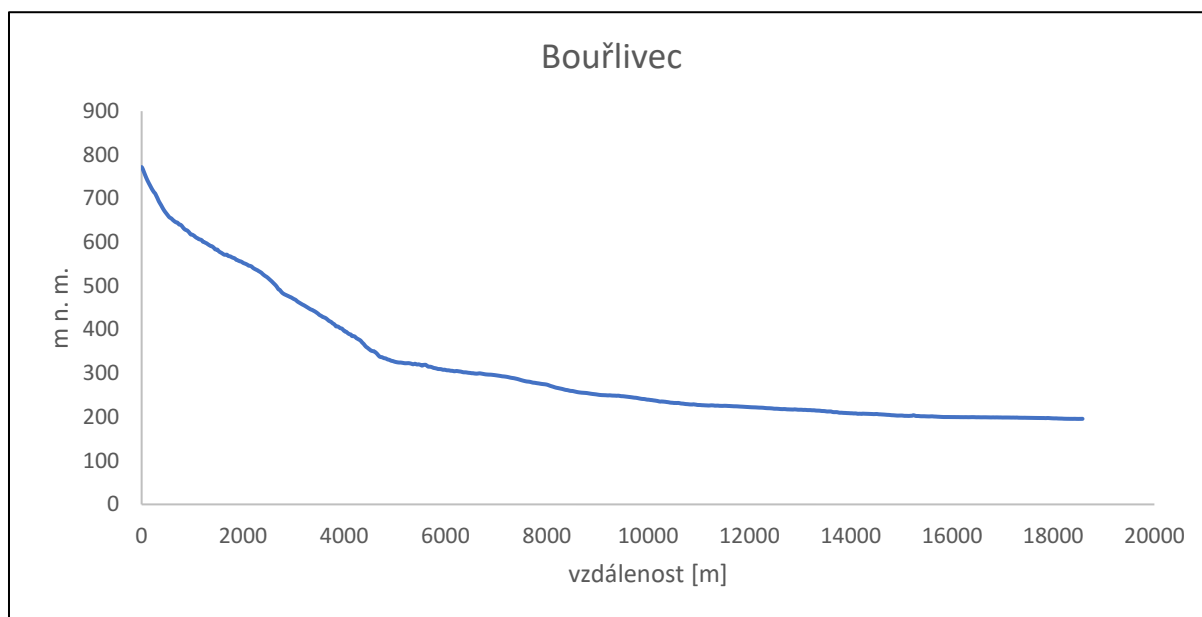
Zdroj: (ČHMÚ)

Z hydrologického hlediska je páteřním tokem povodí vodní tok Bouřlivec pramenící ve výšce 749,69 m n. m. jihozápadně od obce Mikulov v Ústeckém kraji. Vlévá se do Bíliny v Hostomicích v nadmořské výšce 195,8 m n. m. Maximální převýšení je tedy 553,89 m. Nejvyšší nadmořská výška v povodí je 949,24 m n. m. (vrch Loučná) a nejnižší nadmořská výška je 173,82 m n. m. (horní okraj lomu Bílina). Průměrná nadmořská výška v povodí poté činí 405,06 m n. m. Tyto základní výškopisné údaje byly zjištěny z digitálního modelu reliéfu, který je součástí vybraných příloh. Průměrný sklon povrchu povodí, který odráží sklonové poměry v povodí je 51,52 ‰. Výškopisné poměry páteřního toku v podélném směru jsou čitelné z podélného profilu vodního toku (Graf 3).

Bouřlivec je pravostranný přítok řeky Bíliny, a tedy dle absolutní řádovosti se jedná o vodní tok 3. řádu, jelikož Bílina se vlévá do Labe, které je vodním tokem 1. řádu. Plocha jeho povodí zabírá 115,6 km². Celková délka toku je 18,587 km. Celková délka všech vodních toků v povodí Bouřlivce je 169,5 km. Povodí Bouřlivce má velmi hustou říční síť tvořenou převážně malými dílčími povodími s rozlohou do 5 ha. Uspořádání říční sítě je vějířovité, stejně tak i tvar povodí vykazuje vějířovitý typ (dle Herber, Suda 1994). Nejvýznamnějším přítokem Bouřlivce je pravostranný přítok Loučenský potok, který pramení jihozápadně pod obcí Dlouhá Louka, v nadmořské výšce 706,44 m n. m. a v nadmořské výšce 214 m n. m. pod obcí Lahošť ústí do Bouřlivce. Další pravostranné přítoky jsou: Mlýnecký potok, Křižanovský potok a Ledvický potok. Levostranných přítoků je velmi málo, a pokud ano, pak se jedná o bezejmenné potůčky. U obce Oldřichov, v nadmořské výšce 247 m n.m., protéká Bouřlivec kolem zatopeného lomu Barbora, který má rozlohu přibližně 63 ha. Severně od obce Zabrušany, necelých 4,2 km od svého zaústění, protéká Bouřlivec v nadmořské výšce 212 m n.m. vodní nádrž Vsechlapy, která má rozlohu 18,45 ha (DIBAVOD).

V rámci hydrologických poměrů zájmové oblasti byly stanoveny hlavní hydrografické parametry povodí a páteřního toku. Mezi hlavní hydrografické parametry lze řadit: Graveliův koeficient (vyjadřuje, jak moc se tvar povodí liší od dokonalého kruhu), koeficient protáhlosti povodí, tvar povodí, sklon povodí, převýšení (ukazuje rozdíl mezi nejvýše a nejniže položeným bodem v povodí), hustotu říční sítě a střední šířku povodí. Komplexní přehled hydrologických i hydrografických parametrů zájmového povodí a jeho páteřního toku odhaluje tabulka č. 11 (Tab. 11).

Graf 3 – Podélný profil Bouřlivce



Zdroj: (ZABAGED, DIBAVOD, vytvořeno autorem)

Tab. 11 – Přehled hydrologických a hydrografických parametrů povodí Bouřlivce

Plocha povodí	115,6 km ²	Sklon povodí	51,52 ‰
Délka páteřního toku	18,587 km	Převýšení	553,89 m
Absolutní řádovost páteřního toku	3. řád	Průměrná nadm. výška	405,06 m n. m.
Graveliův koeficient povodí	1,52	Hustota říční sítě	1,47
Koeficient protáhlosti povodí	0,8	Střední šířka povodí	6,22 km
Tvar povodí	0,51	Uspořádání říční sítě	vějířovité

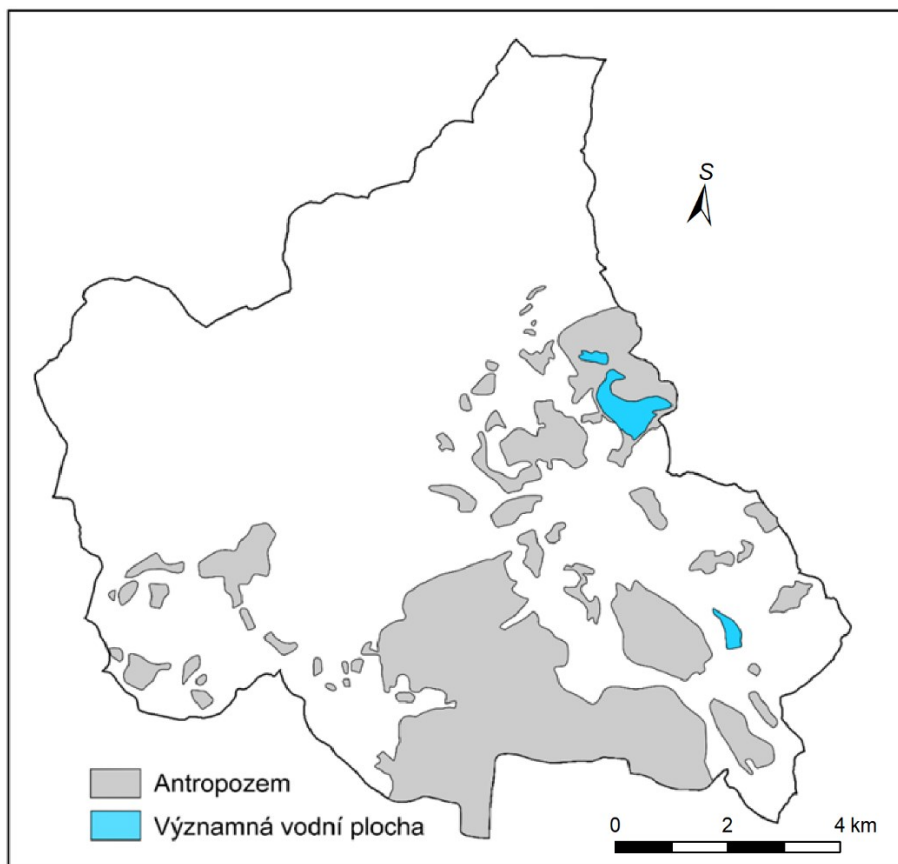
Zdroj: (DIBAVOD, vlastní zpracování)

6.4 Pedologické a biogeografické poměry

Jako podklad byla použita Půdní mapa 1:50 000 od ČGS. Podle ní se v povodí Bouřlivce lze setkat s celkem 30 půdními typy. V nejvýše položených oblastech povodí převažují modální podzoly a kryptopodzoly, do nichž vstupují modální gleje, které přímo obklopují horní úseky vodních toků. S klesající nadmořskou výškou přichází pás především dystrických a mesobazických kambizemí, do kterých se místy zařezávají malé ostrůvky mesobazického rankeru. Ve střední a dolní oblasti povodí poté převládá antropozem, která se zde kumuluje vlivem okolní těžby (Obr. 20). Dalším poměrně rozšířeným půdním typem je psefitická a luvická kambizem, nicméně střední a dolní úseky vodních toků přímo obklopuje modální fluvizem. Východně a severovýchodně od obcí Lahošť a Zabuřany pak převládají karbonátové

černozemě a modální hnědozemě. Místy také lze narazit na modální a kambickou pararendzinu, modální a arenické černice, modální černozem, oglejenou a rankerovou kambizem, modální pelozem a modální litozem (dle ČGS, Půdní mapa 1: 50 000).

Obr. 20 – Schéma rozmístění antropozemí v povodí Bouřlivce



Zdroj: (ČGS, Půdní mapa 1: 50 000, upraveno autorem)

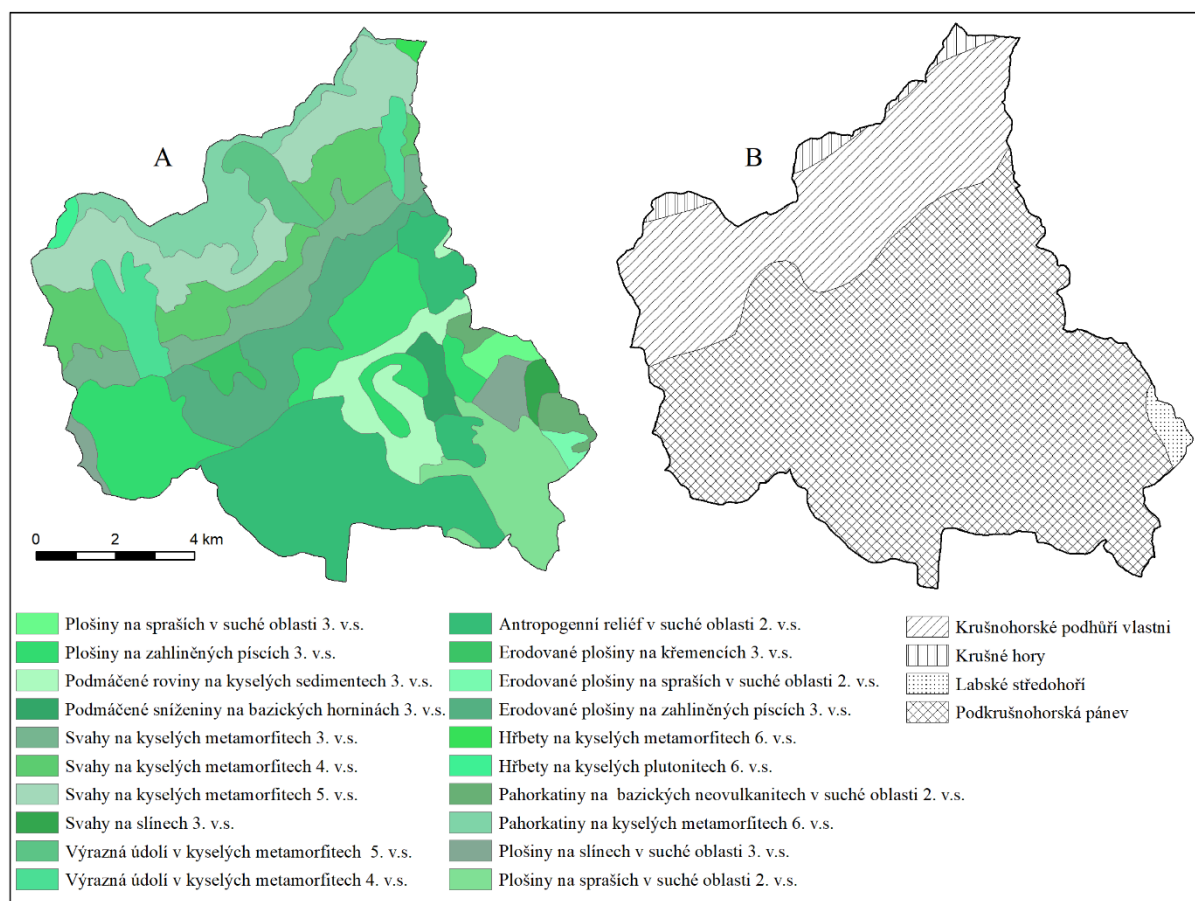
Z biogeografického hlediska spadá povodí Bouřlivce do provincie Středoevropských listnatých lesů, pod Hercynskou podprovincií. Je možné zde vymezit celkem 33 biochor, jejichž hlavní typy předkládá Obr. 21, (A In Obr. 21), (dle Culek a kol. 2005). Pod biogeografickou charakteristiku území spadá také fyto geografické členění. To zdůrazňuje složku vegetace jako jeden ze základních stavebních kamenů pro vymezování krajinných celků (Skalický 1988). Je možno vymezit tyto fyto geografické celky: oblasti, obvody a okresy (Skalický 1988): (1) oblasti: Termofytikum, Mezofytikum a Oreofytikum, (2) obvody: české termofytikum, panonské termofytikum, českomoravské mezofytikum, karpatské mezofytikum, české oreofytikum a karpatské oreofytikum, (3) okresy: těch je uvedeno celkem devadesát osm (Skalický 1988).

Pro vymezení výše uvedeného členění jsou použity převážně vegetační stupně. Původní vegetační stupně (dle Raušer, Zlatník, 1966) byly upraveny, aby lépe definovaly jednotlivé

fytogeografické celky. Jedná se o vegetační stupeň: (1) planární, (2) kolinní, (3) suprakolinní, (4) submontánní, (5) montánní, (6) supramontánní, (7) subalpinský (dle Skalický 1988).

V povodí Bouřlivce lze nalézt všechny 3 fytogeografické oblasti. Převážnou část tvoří Termofytikum. V podhůří Krušných hor je zastoupeno Mezofytikum, a v nejvýše položených partiích povodí se rozprostírá Oreofytikum. Termofytikum je zde zastoupeno českým termofytikem, Mezofytikum je zastoupeno českomoravským mezofytikem a Oreofytikum českým oreofytikem. Nachází se zde 4 okresy: (1) Labské středohoří, (2) Podkrušnohorská pánev, (3) Krušnohorské podhůří vlastní, (4) Krušné hory (B In Obr. 21) Každý z těchto okresů pak disponuje odlišným vegetačním stupněm. Do prostředí GIS bylo fytogeografické členění (s mírnými úpravami) vloženo až Kaplanem (Kaplan 2012).

Obr. 21 – Vymezení hlavních biochor a fytogeografických okresů povodí Bouřlivce



Zdroj: (Culek a kol. 2005, Skalický 1988, Kaplan 2012, PLADIAS, AOPK ČR)

6.5 Land Use

Kompletní změna využitelnost krajiny v povodí Bouřlivce (Land Use) mezi lety 1990 (A In Obr. 22) – 2018 (B In Obr. 22) dle Corine Land Cover je vyobrazena na Obr. 22. Na podkladu těchto údajů byly stanoveny přesné aktuální procentuální využitelnosti půdy. Tyto pak byly

spojeny pro souhrnné vyjádření zemědělských ploch, zastavěných a průmyslově využívaných ploch a oblastí, které jsou pokryty lesním nebo jinak přírodním porostem. Land Use zájmového povodí v roce 2018 je následující (řazeno od nejvíce zastoupeného po nejméně zastoupený): listnaté lesy (36,64 %), nezavlažovaná orná půda (15,07 %), zemědělské oblasti s přirozenou vegetací (10,05 %), louky a pastviny (8,58 %), nesouvislá městská zástavba (8,12 %), smíšené lesy (8,11 %), těžba nerostných surovin (5,54 %), nízký porost v lese (3,90 %), areály sportu (1,13 %), skládky (0,95 %), vodní plochy (0,70 %), pole, louky, kultury (0,52 %), průmyslové a obchodní areály (0,43 %), jehličnaté lesy (0,26 %). Z těchto údajů lze následně jednoduše získat, že zalesněná krajina pokrývá 48,91 % plochy povodí. Zemědělské plochy 25,64 % a městská zástavba společně s průmyslovými oblastmi 16,17 %. Zbývajících 9,28 % je pak rozděleno mezi louky, pastviny a vodní plochy. Pro lepší představu o změně krajinného pokryvu v čase a odhalení případného zesíleného antropogenního vlivu, byla tato data z roku 2018 porovnána s databází z roku 1990. Byly vybrány ty nejzásadnější změny, které jsou stručně rozebrány v následujících větách. Jejich kompletní přehled poté předkládá Tab. 12.

Tab. 12 – Změny vývoje Land Coveru mezi lety 1990 - 2018

1990			2018		
Nesouvislá městská zástavba	8,4 km ²	7,3 %	Nesouvislá městská zástavba	9,4 km ²	8,1 %
Průmyslové a obchodní areály	0,9 km ²	0,8 %	Průmyslové a obchodní areály	0,5 km ²	0,4 %
Těžba nerostných surovin	3,1 km ²	2,7 %	Těžba nerostných surovin	6,4 km ²	5,5 %
Skládky	5 km ²	4,4 %	Skládky	1,1 km ²	1 %
Městská zeleň	0,3 km ²	0,3 %	Areály sportu	1,3 km ²	1,1 %
Nezavlažovaná orná půda	24 km ²	20,8 %	Nezavlažovaná orná půda	17,4 km ²	15,1 %
Louky a pastviny	2,2 km ²	1,9 %	Louky a pastviny	9,9 km ²	8,6 %
Pole, louky, kultury	0,7 km ²	0,6 %	Pole, louky, kultury	0,6 km ²	0,5 %
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	12 km ²	10,4 %	Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	11,6 km ²	10,1 %
Listnaté lesy	22,4 km ²	19,4 %	Listnaté lesy	42,3 km ²	36,6 %
Jehličnaté lesy	1,3 km ²	1,1 %	Jehličnaté lesy	0,3 km ²	0,3 %
Smíšené lesy	24,2 km ²	21 %	Smíšené lesy	9,7 km ²	8,1 %
Nízký porost v lese	10 km ²	8,7 %	Nízký porost v lese	4,5 km ²	3,9 %
Vodní plochy	0,8 km ²	0,7 %	Vodní plochy	0,8 km ²	0,7 %

Zdroj: (Copernicus)

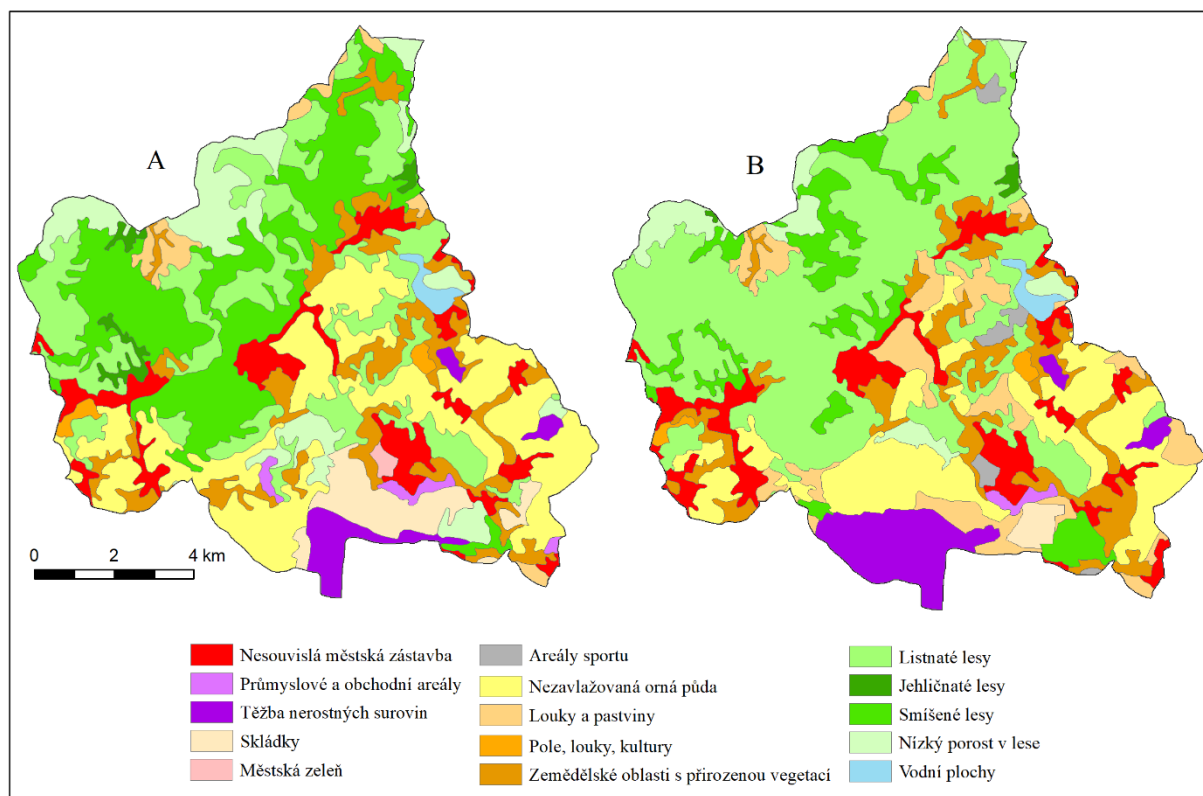
Těžba nerostných surovin se od roku 1990 zvýšila o více jak 50 % a pokrývá již 6,4 km² celého povodí. Mezi lety 1990-2018 také došlo k výrazné deforestaci, a to smíšených a jehličnatých lesů. Rozloha smíšených lesů se od roku 1990 zmenšila o 61 % a rozloha jehličnatých lesů se zmenšila o 73 %. Zde je však třeba uvést, že již v roce 1990 pokrývaly pouze 1,11 % plochy povodí. Naopak rozloha listnatých lesů se v porovnání s rokem 1990 zvýšila až o 47 %. Ani tento vzestup však povodí nezachrání, a zatímco v roce 1990 pokrývala zalesněná krajina lehce nad 50 % jeho plochy, v roce 2018 je to již 48,9 %. S tím souvisí i další výrazné změny, které jsou z dat registrovatelné. Díky zvýšené deforestaci smíšených a jehličnatých lesů, převážně ve vyšších nadmořských výškách, dochází k navýšení rozlohy luk a pastvin, a to až o 78 % v porovnání s rokem 1990. Naopak příjemným zjištěním je výrazné snížení skládek, které se v porovnání s rokem 1990 zmenšily o 77 %, ale také relativně mírný nárůst zastavěné plochy, která se, jak bylo možné předpokládat, také za posledních 28 let mírně navýšila. Nicméně 10 % nárůst je určitě menší, než byl v takto intenzivně průmyslově využívané krajině očekáván. Změny ve využitelnosti krajiny představují přímé indikátory antropogenního ovlivnění. V tomto ohledu lze zájmové povodí rozdělit na dvě části. Na horní část povodí, která je antropogenně ovlivněna mnohem méně, a na dolní část povodí, která je místy antropogenně až degradována. Horní část povodí je ovlivněna především zvýšeným odlesňováním a rozšiřováním pastvin, zatímco hlavním problémem dolní části povodí je bezesporu významný nárůst těžby a celkově těžkého průmyslu. Tyto velmi silně působí na téměř veškeré aspekty zájmového povodí. Data byla zjištěna v programu ArcMap 10.6 a Microsoft Excel dle dat krajinného pokryvu Corine Land Cover 1990 a 2018 (Copernicus).

Z hlediska hydromorfologie je velice užitečným podkladem analýza vývoje Land Use v oblasti říčních niv. Tato byla provedena dle Obr. 22, vrstvy os páteřních toků a zátopové vrstvy Q100 (Povodí Ohře, s.p.). Z těchto podkladů vyplývá, že na dolním úseku Loučenského potoka došlo k výraznému poklesu nezavlažované orné půdy, a naopak nárůstu plochy luk a pastvin. Dále, od ř. km 6,474 až k pramenné oblasti, je pozorovatelný rapidní úbytek smíšených lesů, které se transformují do lesů listnatých. Důvodem je již výše uvedená deforestace jehličnatých porostů. Ostatní změny ve využití ploch v nivě Loučenského potoka jsou zanedbatelné.

U Bouřlivce jsou výraznější změny detekovány od ř. km 8,922, kde jsou původně zemědělské oblasti s přirozenou vegetací nahrazeny areály sportu (golfové hřiště). Počínaje ř. km 10,6, obdobně jako v případě Loučenského potoka, i zde dochází k nárůstu plochy luk a pastvin, a to na úkor nezavlažované orné půdy. Dále je třeba opět zmínit pokles plochy

smíšených lesů, a to nejvýrazněji mezi ř. km 14,143 – 14,893. Poslední výraznější změna v charakteru využití nivy je registrována na ř. km 16,872, kde původně zemědělské oblasti s přirozenou vegetací byly nahrazeny areály sportu (lyžařský areál).

Obr. 22 – Vývoj Land Coveru povodí Bouřlivce v letech 1990 - 2018



Zdroj: (Copernicus)

7. Výsledky

7.1 Rozvržení úseků, stanovení referenčních podmínek a zpracování dat

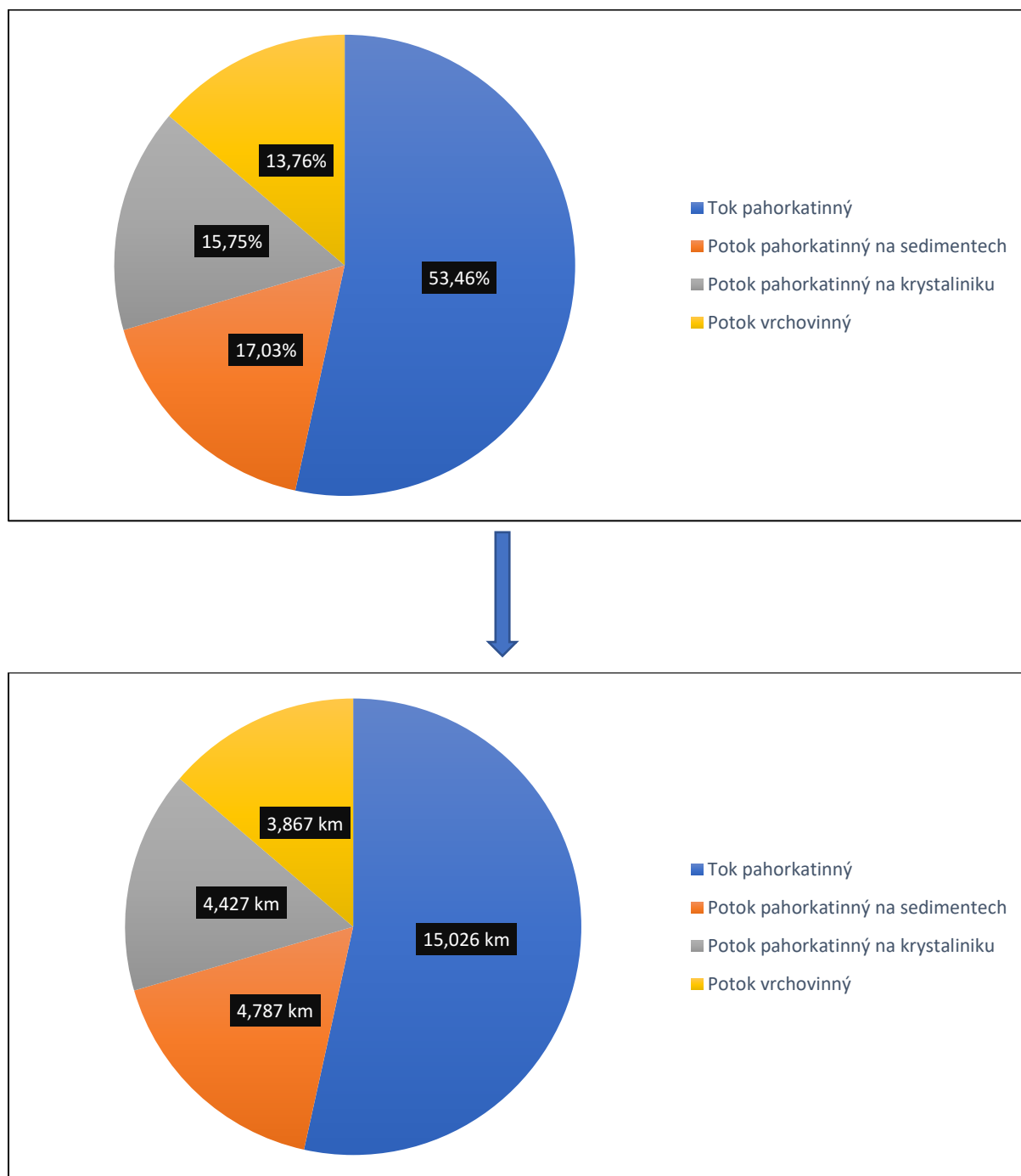
Autor provedl hydromorfologický průzkum páteřních toků povodí Bouřlivce od 22.6. do 3.7. 2020 pomocí metodiky HEM. Souhrnně bylo mapováno 28,107 km vodních toků, které byly rozděleny do 101 morfologicky jedinečných úseků. Nejdelší vymezený úsek měří 1540 m (BOU_032) a nejkratší úsek měří 37 m (MVN v úseku BOU_040). Průměrná délka úseku činí 278,89 m. Úseky byly nejprve předběžně vymezeny na podkladu digitálních dat (viz. kapitola 5.2.1) a následně definitivně vymezeny v terénu dle rozdílné morfologie koryta, struktury břehu a příbřežní zóny, případně využití inundačního území. Každý počáteční i koncový bod úseku byl zaměřen dle GPS souřadnic a uložen do serveru Mapy.cz. Detailní zaměření vymezených úseků Bouřlivce předkládá Příloha 14 a Loučenského potoka Příloha 15. Následně byl každý bod přenesen do prostředí GIS a transformován do odpovídajícího souřadnicového systému (viz. kapitola 5.4).

Pro následné skórování hodnotících parametrů, a vyhodnocení výsledků, bylo nezbytné stanovit typologii vodního toku pro každý vymezený úsek (viz. kapitola 5.5.1). V rámci obou páteřních toků (Bouřlivec i Loučenský potok), byly dle Langhammer a kol. (2009), a vrstvy jemného dělení (HEIS VUV), vymezeny 4 typy vodních toků. Jejich procentuální rozložení v mapované oblasti, předkládá graf 4 (Graf 4). Stanovení typologie vodního útvaru je součástí typově specifického hodnocení, které prezentuje odlišné váhy jednotlivých hodnotících parametrů pro různé typy vodních toků. Tyto jsou prezentovány v příloze 13 (Příloha 13).

Následné skórování hodnotících parametrů, dle vyplněného mapovacího formuláře, je popsáno v kapitole 5.5. Nicméně skórování parametru TRA, jak na Loučenském potoce, tak i na Bouřlivci, bylo ztíženo přeložkami koryta z důvodu báňské činnosti v regionu. U Bouřlivce se jednalo o úseky BOU_018 – BOU_032. Po porovnání aktuálního stavu s historickým, byla k výslednému skóre parametru TRA přičtena hodnota + 1 za napřímení, neboť se jedná o antropogenně modelovanou přeložku. Situace na Loučenském potoce byla ještě o něco obtížnější. Tok byl z důvodu těžební činnosti nejen přeložen, ale také významně prodloužen. Porovnání aktuální trasy toku s historickým podkladem tedy nebylo možné. Historická trasa byla nakonec určena expertním odhadem dle charakteru reliéfu a porovnáním historických tras okolních toků v regionu. Výsledkem je stanovení historické trasy v inkriminovaných úsecích (LOU_001 – LOU_029) jako zákrutová. K výsledné hodnotě parametru TRA byla následně opět přičtena hodnota + 1 za napřímení.

Dle finálního skóre hodnotících parametrů byl následně vypočítán hydromorfologický stav jednotlivých zón (koryto a trasa toku, dno a podélný profil, břeh a příbřežní zóna a inundační území), na jejichž podkladu byl určen celkový hydromorfologický stav úseku, a i hydromorfologická kvalita každého úseku. Vážený průměr těchto hodnot následně dle rovnice 4 (Rov 4) stanoví hydromorfologický stav celého vodního útvaru, kterému byla přiřazena dle Tab. 4 výsledná třída hydromorfologické kvality.

Graf 4 – Rozložení typů vodních toků v mapované oblasti



Zdroj: (terénní mapování, Langhammer a kol. 2009, Langhammer a kol. 2014, HEIS VÚV)

7.2 Koryto a trasa toku

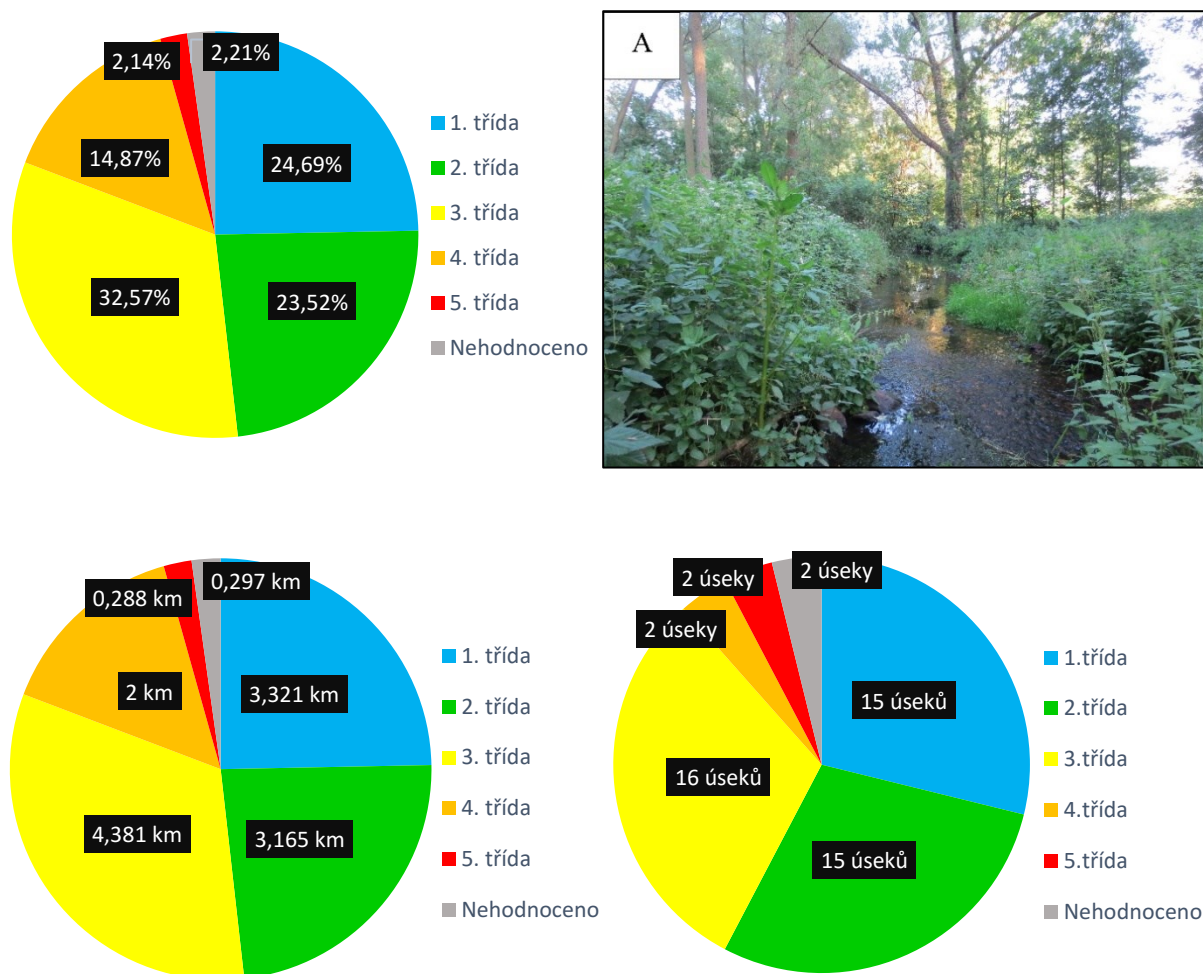
Do hodnocení této zóny byly zařazeny parametry: TRA, VSK, VHL, VHP, PRO, OHR. Dle mapovacího formuláře je hodnotícím parametrům připsáno odpovídající skóre. Ty jsou následně násobeny typově specifickými vahami dle typu vodního útvaru a vyděleny sumou těchto vah. Výsledky zde budou pro lepší přehlednost nejprve prezentovány odděleně pro oba páteřní toky, a následně souhrnně vyhodnoceny.

7.2.1 Bouřlivec

Nejvyšší hydromorfologická třída kvality zóny koryta a trasy toku byla identifikována u 24,69 % všech úseků (3,321 km vodního toku). Zbýlých 75,31 % (10,131 km) vodního toku již lze brát jako antropogenně modifikovaných. Slabá míra antropogenního ovlivnění byla určena u 23,52 % (3,165 km), střední míra antropogenního vlivu se vyskytuje u 32,57 % (4,381 km). Celkem 14,87 % úseků (2 km) lze označit jako značně modifikované a 2,14 % úseků (0,288 km) dokonce vykazuje nejhorší, 5. třídu hydromorfologické kvality. Nehodnoceny zůstaly úseky BOU_040 (MVN) a BOU_052 (SU), které nejsou hodnoceny v žádné hydromorfologické zóně.

V rozložení těchto tříd lze vypožorovat určitý vzor. Úseky s nejlepší třídou kvality se nachází výhradně mimo intravilány měst a obcí a jsou obklopeny převážně lesy či lučními společenstvy. Příkladem těchto úseků budiž BOU_035, BOU_036, BOU_042 či BOU_051. Nejsou však vázány striktně na horní úsek toku. Nejvyšší třídu kvality lze nalézt i u úseků BOU_002 (A In Graf 5) či BOU_011. Společným rysem těchto úseků je zákrutový průběh trasy bez znaků napřímení, s mírnými či žádnými antropogenními zásahy. Úseky, hodnoceny 2. třídou kvality, již vykazují razantnější antropogenní ovlivnění. Mezi nejčastější se řadí uměle zvýšené zahloubení a relativně nízká variabilita hloubek v příčném profilu. Patří sem například BOU_003, BOU_009, BOU_012, a na horní části toku BOU_043, BOU_048 či BOU_050. Úseky, hodnoceny 3. a 4. třídou, se dají rozdělit na dva podtypy. První podtyp představují napřímené úseky procházející intravilány. Druhým podtypem jsou úseky, které nemusí nutně procházet intravilány, jsou však velmi silně ovlivněny vypouštěním či odběry, které je často v kombinaci s uměle zvýšeným zahloubením v celém rozsahu úseku. Příkladem jsou úseky BOU_005, BOU_022 – BOU_026, BOU_032, BOU_033 či BOU_045. Nejhorší třída kvality byla automaticky přidělena úsekům BOU_047 a BOU_049, které jsou zatrubněné v celém rozsahu, a to díky potřebám lyžařského areálu Bouřňák (obec Mikulov). Grafický přehled rozložení jednotlivých hydromorfologických tříd této zóny prezentuje Graf 5. Výsledné hydromorfologické stavy pro každý úsek jsou k nahlédnutí v příloze 16 (Příloha 16).

Graf 5 – Hodnocení výsledků zóny koryta a trasy toku pro Bouřlivec



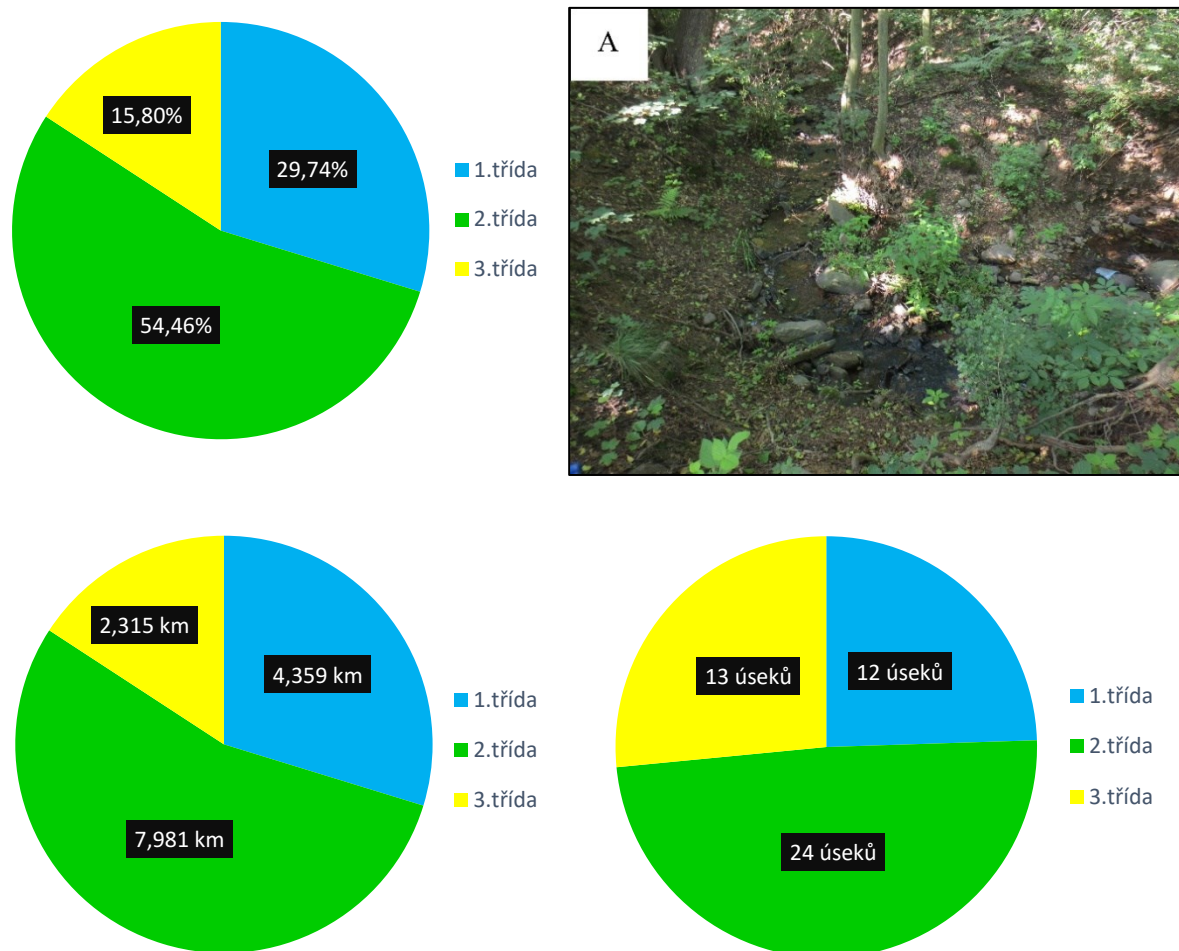
Zdroj: (terénní mapování)

7.2.2 Loučenský potok

Hydromorfologický stav zóny koryta a trasy toku je u Loučenského potoka velmi uspokojivý a výrazně převyšuje Bouřlivec. Nebyly stanoveny žádné úseky vykazující 4. či 5. třídu kvality. Úseky, které jsou hodnoceny 3. třídou kvality, pokrývají 15,80 % (2,315 km) toku. Jedná se o úseky, které jsou uměle zahloubeny v celém rozsahu (např. LOU_011) anebo u nich byla registrována výrazná odchylka aktuální trasy toku v porovnání s historickým stavem (např. LOU_002). Lehce nad polovinu vodního toku (54,46 %) pokrývají úseky 2. třídy kvality, které jsou situovány výhradně na dolním toku Loučenského potoka. Jedná se zejména o úseky LOU_001, LOU_007 – LOU_014 či LOU_029. Téměř 30 % (29,74 %) úseků lze hodnotit jako přírodě blízké, bez výrazných známek antropogenního vlivu. Tyto úseky jsou rozloženy výhradně na středním a horním toku Loučenského potoka. Největší koncentrace je mezi úseky LOU_032 - LOU_040, které patří i z hlediska celkového hydromorfologického stavu mezi

nejkvalitnější. Jedná se o úseky protínající lesní a luční porosty, s výrazným výskytem fluvialních makrostruktur dna. Ačkoliv se jedná o úseky zákrutové, místy lze nalézt i známky meandrů (A In Graf 6). Grafický přehled rozložení jednotlivých hydromorfologických tříd této zóny prezentuje Graf 6. Výsledné hydromorfologické stavy každého úseku jsou k nahlédnutí v příloze 17 (Příloha 17) a jejich rozdělení mezi páteřní toky povodí Bouřlivce, je k nahlédnutí v příloze 18 (Příloha 18).

Graf 6 - Hodnocení výsledků zóny koryta a trasy toku pro Loučenský potok



Zdroj: (terénní mapování)

7.3 Dno a podélný profil

Do hodnocení této zóny se řadí parametry: DNS, UDN, MDK, STD, PPK. Parametry DNS, UDN a STD adresují charakter a variabilitu dna a složení dnového substrátu. Parametr PPK hodnotí podélnou (migrační) průchodnost koryta z hlediska výskytu stupňů a parametr MDK zohledňuje výskyt mrtvého dřeva v korytě. Princip spočtení je totožný jako v zóně koryta a trasy toku. Jednotlivé parametry jsou násobeny typově specifickými vahami pro jednotlivé typy

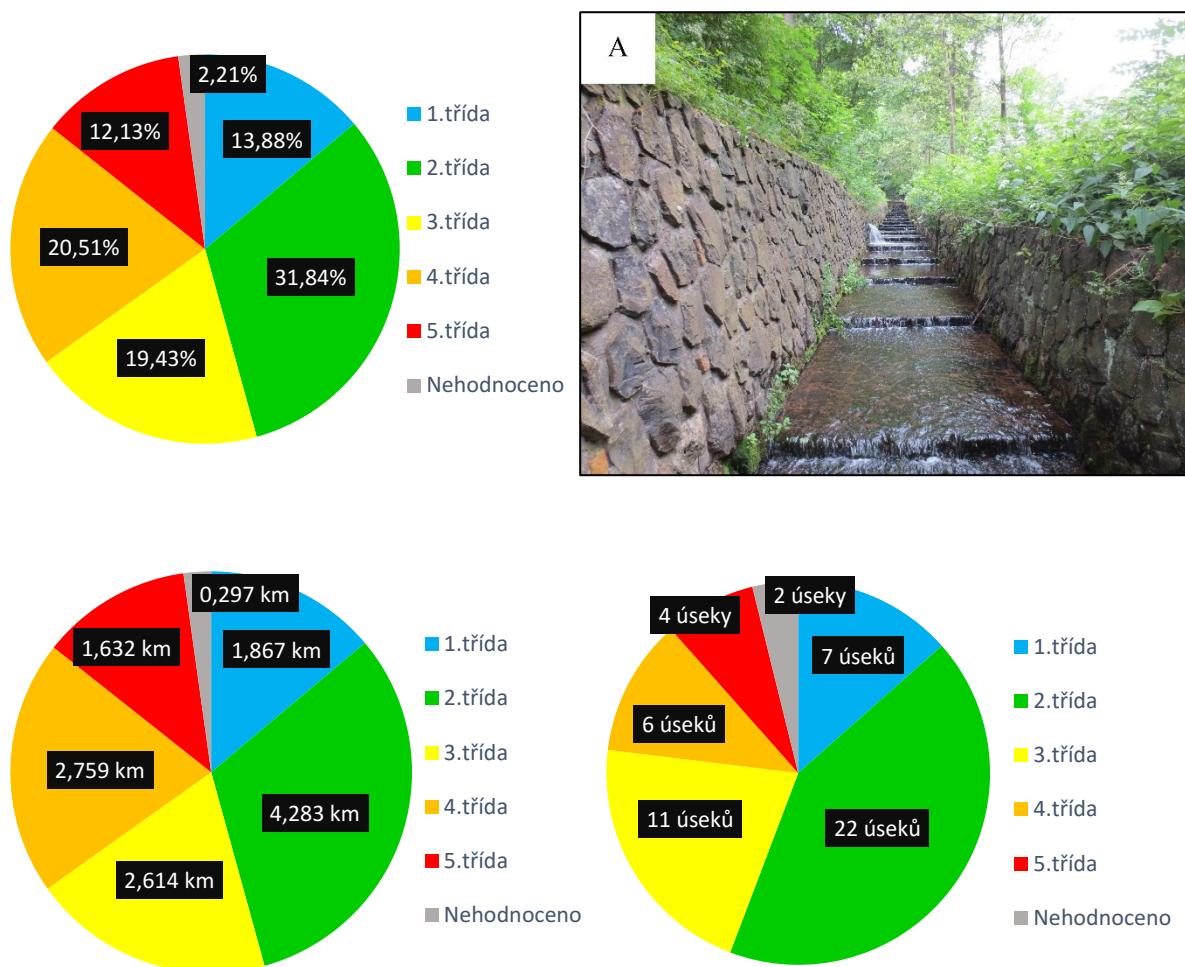
vodních útvarů a posléze děleny součtem těchto vah (viz. Příloha 13). Výsledky jsou opět prezentovány odděleně pro oba páteřní toky, a následně v kapitole 8 souhrnně diskutovány.

7.3.1 Bouřlivec

V této zóně se naplno odráží vliv antropogenních modifikací, který je zesílen v úsecích protínající intravilán měst či obcí. Rozdíl mezi Bouřlivcem a Loučenským potokem je i v této zóně patrný a jen prohlubuje vzájemný rozdíl mezi oběma páteřními toky. Nejhorší, pátou třídu kvality, ukazují úseky BOU_033 (k. ú. města Hrob), BOU_045 (k. ú. obce Mikulov) a úseky, které jsou v celém rozsahu zatrubněné (BOU_047, BOU_049). Společným rysem těchto úseků je nejen degradační opevnění dna kamennou dlažbou, ale také výrazný výskyt vysokých, migračně zcela neprostupných stupňů. V úseku BOU_033 bylo napočítáno celkem 96 stupňů, což je již opravdu extrémní situace (A In Graf 7). Celkem tyto silně modifikované úseky pokrývají 12,13 % (1,632 km) vodního toku. Úseky, kterým byla přidělena 4. třída kvality, a lze je charakterizovat jako značně antropogenně modifikované, pokrývají 20,51 % (2,759 km) vodního toku. Jedná se buď o úseky obklopené převážně zemědělskými plochami, které díky výraznému výskytu antropogenních stupňů, jsou migračně prakticky neprostupné (BOU_026, BOU_028) anebo opět o úseky protínající intravilány (BOU_032).

Úseky, řazené do 3. třídy kvality, mají společné zpravidla velmi nízkou variabilitu struktur dna a typů dnového substrátu. Tento fakt je dán pokrytím dna umělým substrátem, který má v případě úseku BOU_005 charakter betonových desek. Rozložení těchto úseků je vázáno především na střední (BOU_021, BOU_022, BOU_024) a horní část toku (BOU_037, BOU_044, BOU_050). V těchto horních úsecích je zhoršená třída kvality dána zpravidla sníženou migrační průchodností koryta. Úseky 2. a 1. třídy kvality jsou zastoupeny převážně na dolním toku, kde díky mírnému spádu, je antropogenní opevnění dna mimo intravilán spíše výjimečné. Mezi úseky 2. třídy se zde řadí například BOU_006 – BOU_010 a charakter přírodě blízký vykazují úseky BOU_002, BOU_011, BOU_015 a BOU_016. Výjimku na středním toku zastupuje úsek BOU_029, který je specifický převahou klouzavého proudění nad slapovým, množstvím tůní a drobných břehových nátrží. Na horním toku Bouřlivce ji představuje úsek BOU_042, a to především díky pestrým fluvialním strukturám dna a neomezující migrační prostupnosti koryta. Oba tyto zmíněné úseky se v této zóně pyšní 1. třídou kvality. Grafický přehled rozložení jednotlivých hydromorfologických tříd prezentuje Graf 7 a hydromorfologický stav každého úseku odkrývá Příloha 16. Rozložení jednotlivých hydromorfologických tříd kvality mezi páteřní toky povodí Bouřlivce, prezentuje Příloha 19.

Graf 7 – Hodnocení výsledků zóny dna a podélného profilu pro Bouřlivec



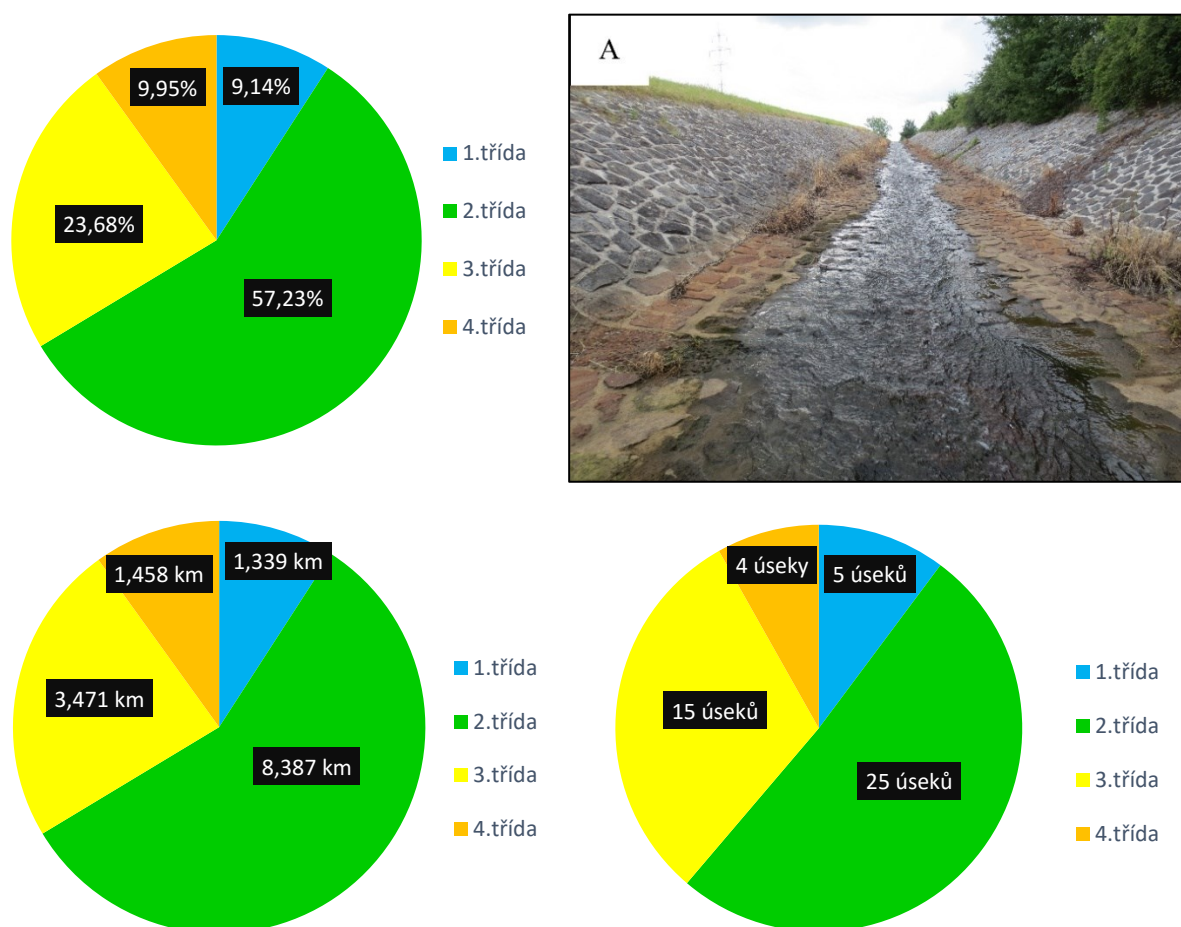
Zdroj: (terénní mapování)

7.3.2 Loučenský potok

I v rámci Loučenského potoka je v této zóně antropogenní vliv patrný. Stále se nevyskytují úseky s nejhorší třídou kvality, nicméně úseky se 4. třídou kvality již tvoří 9,95 % (1,458 km). Jedná se celkem o 4 úseky (LOU_035, LOU_042, LOU_043, LOU_049), jejichž společným rysem je opevnění kamennou dlažbou případně v úseku LOU_049 občasné zatrubnění, i kriticky nízká variabilita struktur dna a typů dnového substrátu. Úseky LOU_042 a LOU_043 protínají intravilán obce Loučná a úseky LOU_035 a LOU_049 jsou obklopeny roztroušenou zástavbou. Z výše uvedených skutečností vyplývá, že tyto úseky jsou vázány výhradně na střední a horní část toku. Obdobně je tomu i úseků, které vykazují 3. třídu kvality. Výjimku zde tvoří úseky dolní části toku (LOU_002, LOU_011, LOU_013), které jsou opevněny buď čistě kamennou dlažbou (LOU_002, A In Graf 8) nebo její kombinací s kamenným pohozem (LOU_011, LOU_013). Souhrnně tyto středně modifikované úseky zabírají 23,68 % (3,471

km). Přírodě blízké či mírně modifikované úseky jsou rozloženy symetricky po celé ose toku. Mírně modifikované úseky pokrývají 57,23 % (8,387 km) a jsou s přehledem nejzastoupenější. Největší koncentrace představují oblasti LOU_006 - LOU_010 a LOU_036 – LOU_038. Společným rysem je dno bez známek úprav, případně jen s minoritními zásahy. Od úseků nejvyšší kvality (např. LOU_003, LOU_032, LOU_033) jsou tyto odděleny především menší pestrostí dnových struktur a absencí výskytu mrtvého dřeva v korytě. Grafický přehled výsledků této zóny prezentuje Graf 8. Komplexní přehled hydromorfologických tříd kvality každého úseku, je k nahlédnutí v příloze 17 (Příloha 17).

Graf 8 – Hodnocení výsledků zóny dna a podélného profilu pro Loučenský potok



Zdroj: (terénní mapování)

7.4 Břeh a příbřežní zóna

Mezi parametry adresující charakter a kvalitu této zóny se řadí UBR, BVG a VPZ. Společně hodnotí upravenost břehů, strukturu břehové vegetace a využití příbřežní zóny. Výpočet hydromorfologického stavu pro tuto zónu se opět řídí typově specifickými vahami pro

jednotlivé typy vodních toků (Příloha 13). V této zóně se již naplno projevuje markantní rozdíl mezi Bouřlivcem a Loučenským potokem, který je dán především stabilizačně technickým opevněním kamennou dlažbou, které je na příkladu Bouřlivce aplikováno i mimo oblasti intravilánů měst či obcí. Výsledky jsou opět prezentovány oddělenou formou pro oba páteřní toky a následně souhrnně diskutovány.

7.4.1 Bouřlivec

Břehy a příbřežní zónu Bouřlivce lze v 52,51 % (7,063 km) považovat za značně modifikované (4. třída), místy až silně modifikované (5. třída). Silně modifikované úseky jsou vázány na intravilány měst či obcí, které protínají. Jedná se o úseky BOU_005 (k. ú. obce Lahošť), BOU_013 (k. ú. obce Oldřichov), BOU_032 (k. ú. města Hrob). Kromě silně modifikované příbřežní zóny, jsou tyto úseky charakteristicky opevněny kamennou dlažbou, která často brání rozvoji vegetačního doprovodu. Úseky hodnoceny 4. třídou kvality zpravidla prochází roztroušenou zástavbou (BOU_034 – BOU_037) či zemědělskými plochami, kde jsou břehy zarostlé kombinací trávobylinné a ruderální vegetace (BOU_026 – BOU_028), často v kombinaci s opevněním kamennou dlažbou. Do této kategorie se řadí i již revitalizované úseky v obci Lahošť (BOU_003 a BOU_004), kdy revitalizační úprava jejich břehů tyto odděluje od úseků 5. třídy.

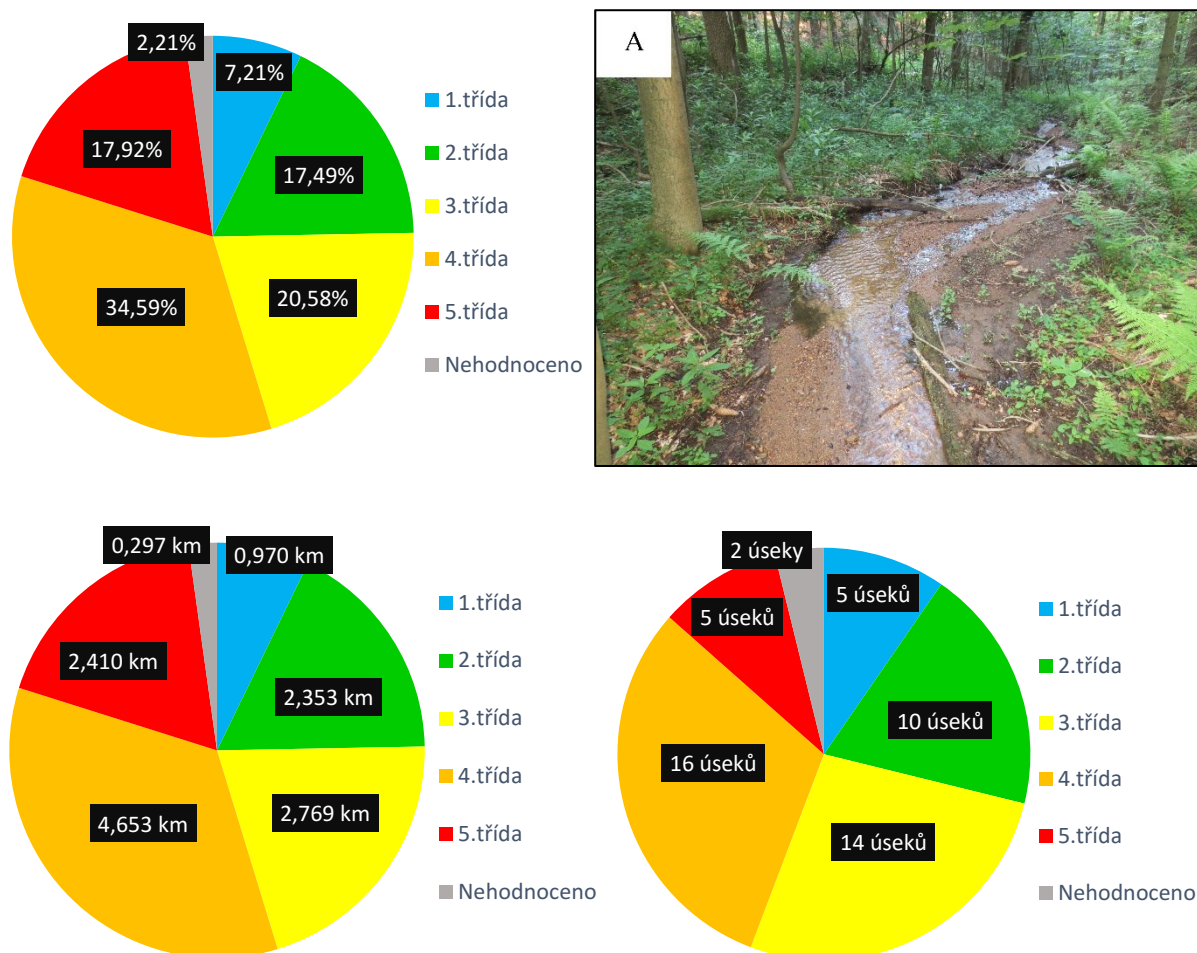
Úseky 3. třídy kvality ve většině případů navazují na degradované úseky intravilánů. Rází si cestu zemědělskými plochami či ostrůvkovitou zástavbou. Struktura břehové vegetace je zpravidla trávobylinná, s občasnými přerušovanými pásy vegetace. Řadí se sem i úseky BOU_019 a BOU_020, jejichž příbřežní zóna je využívána jako golfové hřiště.

Úseky 2. a 1. třídy tvoří pouhých 24,7 % (3,323 km) a dají se vymezit tři hlavní oblasti jejich výskytu. První oblastí je severní okraj VN Vsechlapy, kde je příbřežní zóna tvořena kombinací mokřadních společenstev, lesů a ploch ponechaných přirozenému vývoji. Jedná se o úseky BOU_001 (1. třída kvality) a BOU_002 (2. třída kvality). Druhá enkláva se nachází za obcí Oldřichov, kde je příbřežní zóna tvořena přirozeným lesním porostem a břehy jsou bez antropogenních známek úpravy. Patří sem úseky BOU_016 a BOU_017, které se i v celkovém hodnocení řadí mezi hydromorfologicky velmi kvalitní.

Poslední oblast představují úseky pramenné oblasti, které protékají jehličnatými lesy Krušných hor (A In Graf 9). Řadí se sem úseky BOU_050 a BOU_051. Koryto bez známek úprav je zde bohaté na zastoupení fluvialních makrostruktur dna, ale také na výskyt mrtvého dřeva v korytě, které ve většině úseků zcela chybí. Mezi nejčastěji pozorované struktury patří břehové nátrže (místy rozsáhlé), vzniklé fluvialně erozní činností vody. Přehledné grafické

zpracování výsledků této zóny poskytuje Graf 9 a údaje o hydromorfologickém stavu každého úseku prezentuje Příloha 16. Rozdělení hydromorfologických tříd kvality této zóny, mezi páteří toky povodí Bouřlivce, předkládá Příloha 20.

Graf 9 – Hodnocení výsledků zóny břehu a příbřežní zóny pro Bouřlivce



Zdroj: (terénní mapování)

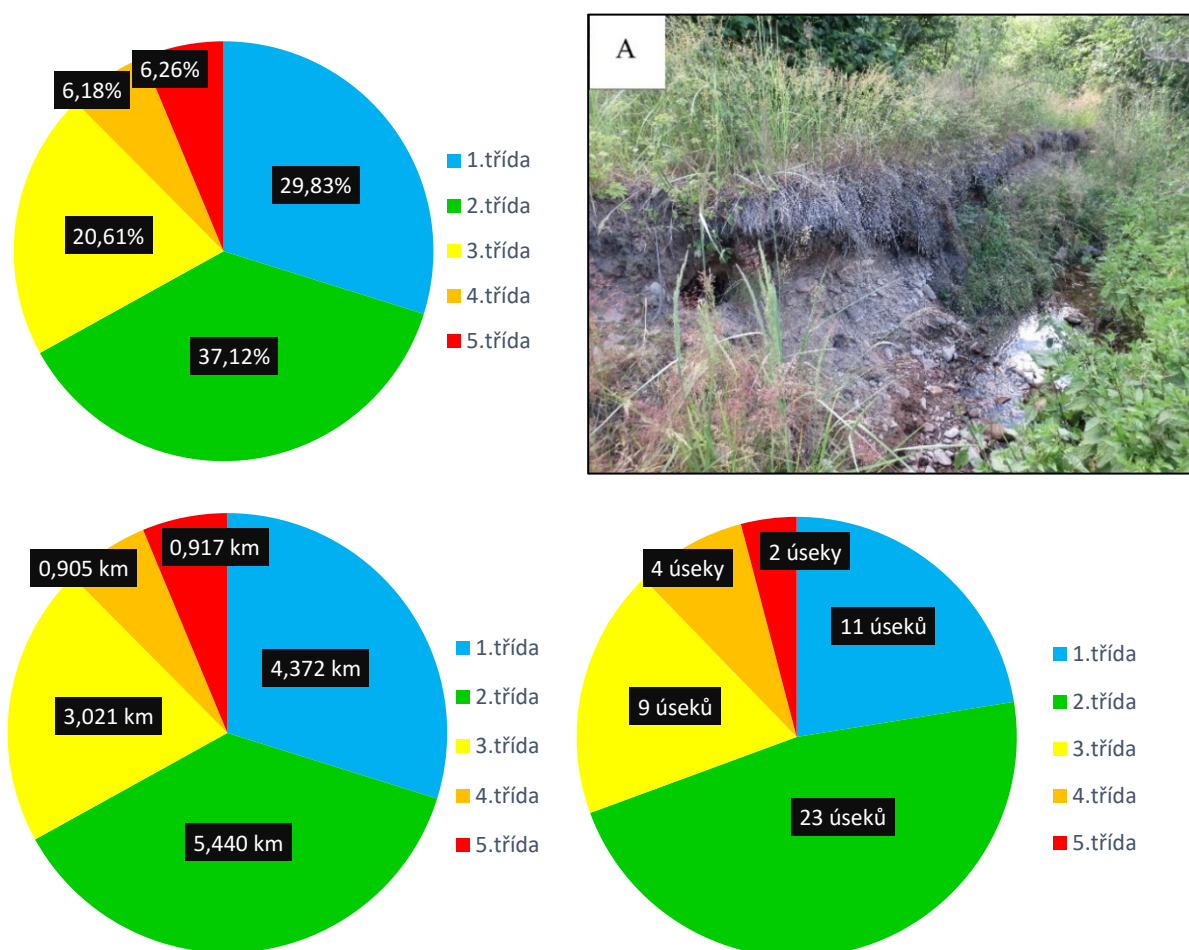
7.4.2 Loučenský potok

I v této zóně Loučenský potok převyšuje Bouřlivce, nicméně již jsou zde zastoupeny silně modifikované úseky s nejhorší třídou kvality. Jedná se o úseky LOU_042 a LOU_043, které protínají intravilán obce Loučná a od zbylých morfologicky vymezených úseků jsou jednoznačně odděleny. Společným rysem jsou břehy bez vegetace, které jsou stabilizovány souvislým opevněním kamennou dlažbou. Celková délka těchto úseků činí 0,917 km (6,26 %). Úseky 4. třídy pokrývají ještě o něco méně vodního toku. Celkem se jedná o 4 úseky, jejichž souhrnná délka činí 0,905 km (6,18 %). Do této kategorie se řadí úseky ohraničující intravilány (LOU_009, LOU_013) a úseky protékající kolem roztroušené zástavby (LOU_035).

Společným znakem je opevnění kamennou dlažbou a od úseků 5. třídy jsou odděleny mírou modifikace příbřežní zóny.

Úseky 3. třídy jsou kumulovány převážně v oblasti mezi obcí Lahošť a městem Duchcov, kde protínají zemědělské plochy. Patří sem úseky LOU_004 – LOU_008. Slabá míra antropogenních modifikací břehové a příbřežní zóny je patrná zejména mezi úseky LOU_021 – LOU_028, které protékají střídavě lesními porosty a lučními společenstvy. Břehy jsou buď bez známek úprav nebo jsou opevněny zbytkovým torzem rozpadlé rovnániny. Na tyto následně navazují úseky přírodě blízké (LOU_030, LOU_032 a LOU_038 – LOU_040). Společným rysem je velmi dobře vyvinutý lesní vegetační doprovod a břehy bez známek úprav, které jsou často podemlety fluvialně erozní činností toku (A In Graf 10). Celkem úseky 2. a 1. třídy společně pokrývají 66,95 % (9,812 km) vodního toku. Zřetelný rozdíl v porovnání s Bouřlivcem utváří především úseky mimo intravilán, které jsou v případě Bouřlivce často technicky stabilizovány kamennou dlažbou. Přehled výsledků této zóny poskytuje Graf 10 a kompletní údaje o hydromorfologickém stavu jednotlivých úseků, prezentuje Příloha 17.

Graf 10 – Hodnocení výsledků zóny břehu a příbřežní zóny pro Loučenský potok



Zdroj: (terénní mapování)

7.5 Inundační území

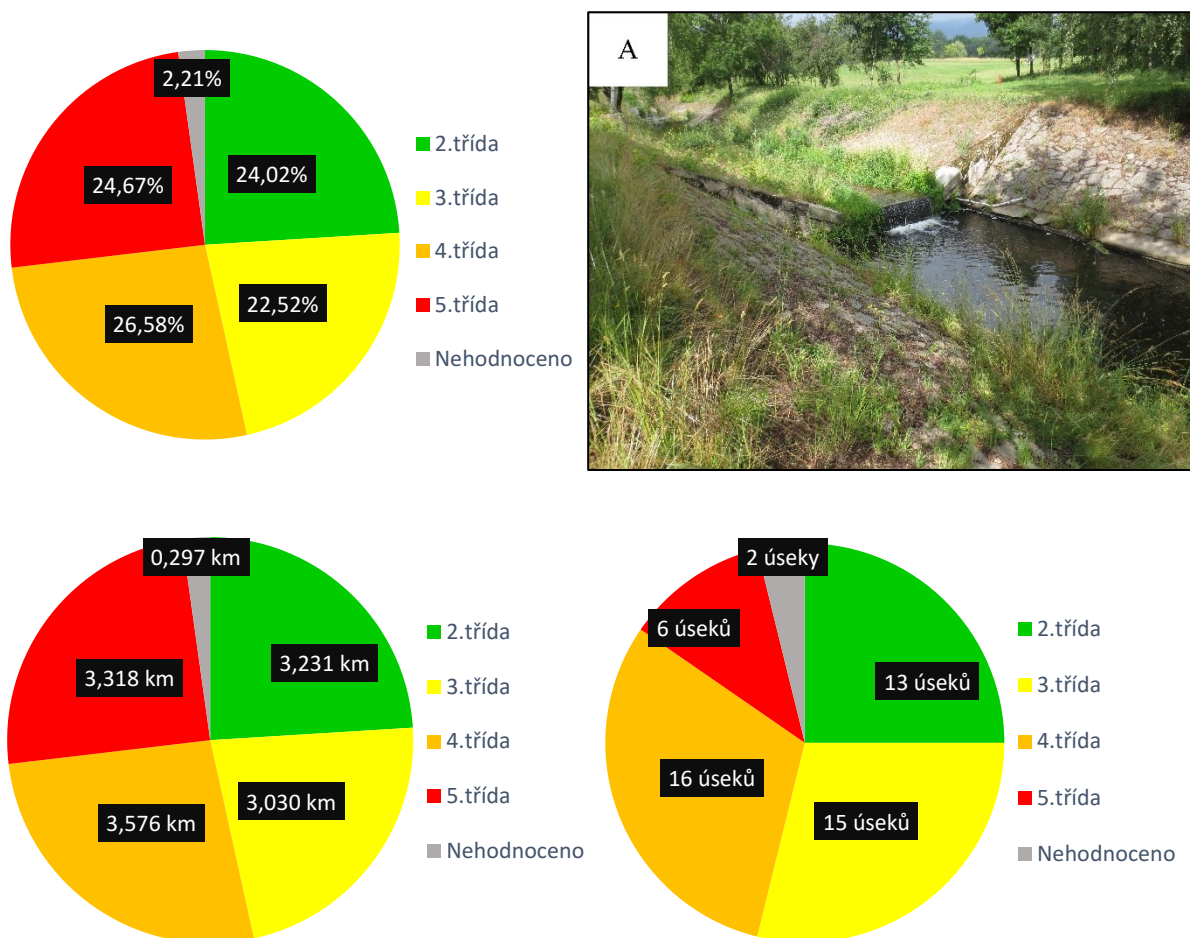
Mezi hodnotící parametry, adresující charakter a kvalitu této zóny, se řadí VNI, PIN a BMK. Tyto parametry popisují vliv antropogenních zásahů v údolní nivě, ale také hodnotí stabilitu břehů a boční migraci koryta. Výpočet hydromorfologického stavu, obdobně jako v přechozích zónách, vychází z typově specifického hodnocení vah jednotlivých typů vodních toků (viz. Příloha 13).

7.5.1 Bouřlivec

Kvalita této zóny se, v případě Bouřlivce, nedá hodnotit jinak než jako velmi podprůměrná. Nebyly zaznamenány žádné úseky, u kterých byl konstatován přírodě blízký stav. Úseky 2. třídy kvality pokrývají pouhých 24,02 % (3,231 km) vodního toku. Zbylých 75,98 % je rozděleno takřka symetricky mezi úseky 3., 4. a 5. třídy. Společným rysem úseků 3. třídy je výskyt liniových staveb, které jsou vedeny paralelně s korytem. Průchodnost inundačního území je v některých úsecích také omezena povodňovými hrázemi podél koryta, které zvyšují míru uměle zvýšeného zahloubení. Využití údolní nivy je u vybraných úseků 3. třídy (BOU_018 – BOU_021) velmi specifické. Jedná se totiž o golfové hřiště, které řádně nespadá pod žádnou nabízenou kategorii v mapovacím formuláři (A In Graf 11). Detailněji je tato situace rozebrána v rozboru výsledků (kap. 8).

V rozdělení úseků 4. třídy je možné vymezit dvě hlavní oblasti. Úseky první oblasti jsou vázány na intravilány a jejich blízké okolí, kde často na celistvé území intravilánu navazuje roztroušená zástavba. Řadí se sem úseky BOU_003 a BOU_006 (obec Lahošť), BOU_033 – BOU_037 (město Hrob) a BOU_044 (obec Mikulov). Druhá oblast obsahuje úseky protékající zemědělskými plochami, které mají díky opevnění kamennou dlažbou velmi nízkou variabilitu fluvialních makrostruktur a sníženou možnost boční migrace koryta. Řadí se sem úseky BOU_024 – BOU_028. Silně modifikované úseky 5. třídy výhradně protínají intravilány měst či obcí. Kromě antropogenně velmi modifikované nivy, je silně snížena průchodnost inundačního území, a to jak výskytem liniových prvků napříč nivou, tak i paralelně s korytem. Boční migrace koryta je, vlivem opevnění kamennou dlažbou či betonovými deskami, zcela omezena buď v rozsahu celého úseku nebo jeho podstatné části. Celkem tyto úseky pokrývají alarmujících 24,67 % (3,318 km) vodního toku a mají lví podíl na relativně neutěšené hydromorfologické kvalitě celého vodního útvaru. Patří sem BOU_004 a BOU_005 (obec Lahošť), BOU_032 (město Hrob) a BOU_045 (obec Mikulov). Grafický náhled výsledků pro tuto zónu odkrývá Graf 11. Přehled hydromorfologického stavu každého úseku poskytuje Příloha 16 a rozdělení hydromorfologických tříd kvality páteřních toků, odkrývá Příloha 21.

Graf 11 – Hodnocení výsledků zóny inundačního území pro Bouřlivec



Zdroj: (terénní mapování)

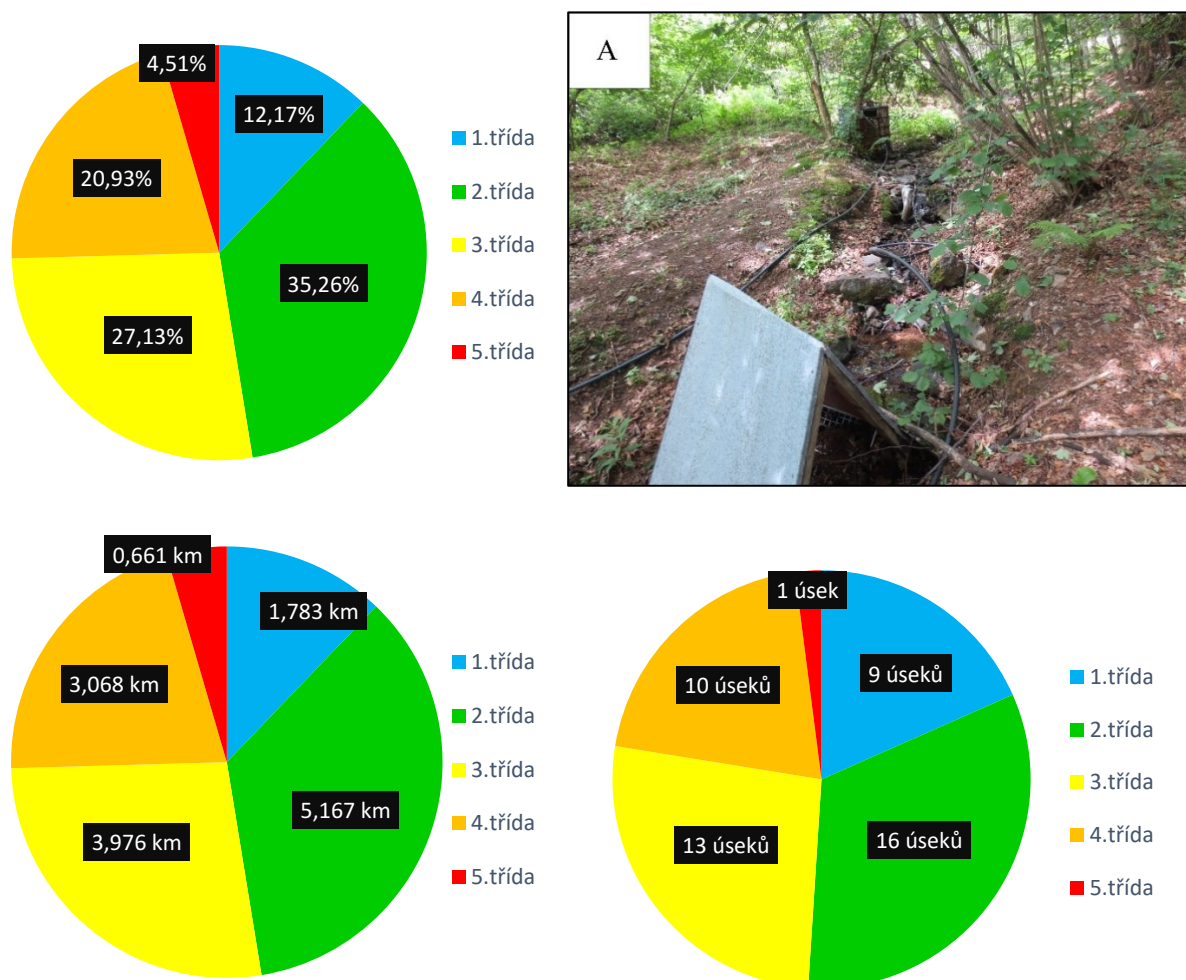
7.5.2 Loučenský potok

Vyšší kvalita Loučenského potoka, z hlediska hydromorfologických i ekohydrologických ukazatelů, je patrná i v této zóně. Přírodě blízké úseky pokrývají rozsáhlou lesnatou oblast pod obcí Loučná. Řadí se sem sekvence úseků LOU_030 – LOU_034 a LOU_038 – LOU_040. Souhrnná délka těchto úseků činí 1,783 km a pokrývají 12,17 % vodního toku. Úseky 2. třídy se dělí, dle jejich výskytu, na 3 typy. První typ představují úseky, které rozdělují homogenní celky přírodě blízkých úseků. Patří sem LOU_035 a LOU_037. Od úseků první třídy jsou tyto odděleny méně pestrým výskytem fluvialních makrostruktur a také využitím údolní nivy, které z části zasahuje buď do zemědělské plochy anebo do roztroušené zástavby. Druhým typem jsou úseky horní části toku LOU_045 – LOU_048, které nespádají do 1. třídy díky zhoršené průchodnosti inundačního území. To je zde modifikováno náspem komunikace, který je veden paralelně s korytem, a to v celém rozsahu úseků. Třetí typ představují úseky dolního a částečně středního toku, které rozdělují homogenní celky středně modifikovaných úseků. Jedná se

například o úseky LOU_018 či LOU_022 – LOU_024. Hlavní koncentrace středně modifikovaných úseků je na středním toku. Prakticky jediný rozdíl od úseků 2. třídy je menší heterogenita fluvialních struktur. Jinak jsou takřka totožné. Spadají sem kupříkladu úseky LOU_019 – LOU_021.

Není již žádným překvapením, že značně modifikované úseky jsou vázány na oblasti zemědělských ploch (LOU_004 – LOU_006) či na oblasti intravilánů a jejich blízké okolí (LOU_009 – LOU_013). Z této kategorie se však vymyká pramenná oblast Loučenského potoka (LOU_049), která protíná chatovou osadu pod obcí Dlouhá Louka. Kromě antropogenních modifikací, které přímo ovlivňují hodnocení inundačního území, je tento úsek také silně ovlivněn odběry vody a lokálním zatrubněním (A In Graf 12). Mezi silně modifikované se řadí úsek LOU_042, protínající intravilán obce Loučná. Ten vykazuje obdobné rysy jako silně modifikované úseky Bouřlivce. Přehled výsledků této zóny prezentuje Graf 12 a hydromorfologický stav každého úseku odkrývá Příloha 17.

Graf 12 – Hodnocení výsledků zóny inundačního území pro Loučenský potok



Zdroj: (terénní mapování)

7.6 Celkový hydromorfologický stav

7.6.1 Bouřlivec

V rámci mapované oblasti byly identifikovány všechny hydromorfologické třídy kvality, jejichž ucelený přehled předkládá Příloha 22. Podíl zastoupení jednotlivých hydromorfologických tříd kvality na výsledné kvalitě vodního útvaru, poté prezentuje Graf 13 a vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkovém hydromorfologickém stavu, prezentuje Příloha 23.

Mezi přírodě blízké úseky byly zařazeny pouze úseky BOU_016 a BOU_051. Úsek BOU_016 protíná lesnatou oblast severně nad obcí Oldřichov. Využití údolní nivy, jakožto i příbřežní zóny, je bez citelných antropogenních modifikací. Úsek vykazuje výraznou variabilitu typů dnového substrátu, který přechází od jemného písku až po balvany. Fluviální struktury dna jsou nejčastěji zastoupeny tůněmi, které se často střídají s mělčinami. Dynamika hydrologického režimu je beze změn a břehy, které jsou porostlé bylinnými porosty a dřevinami přirozeného lesa, jsou bez známek úpravy. Druhý přírodě blízký úsek – BOU_051 se vyskytuje v pramenné oblasti Bouřlivce nad obcí Mikulov. Niva i příbřežní zóna je tvořena přirozenými jehličnatými lesy podhorského charakteru. Výrazná variabilita dnového substrátu přechází od hrubého šterku po balvany. Fluviální struktury dna jsou zde zastoupeny mělčinami, tůněmi, peřejemi i skalními stupni, které představují přírodní překážky snižující migrační prostupnost tohoto úseku. V tomto úseku je velmi patrná fluviálně erozní činnost toku, která vytvarovala místy až rozsáhlé břehové nátrže a na jesepových březích utváří drobné fluviální akumulace.

Mírně modifikované úseky 2. třídy, se dají rozčlenit do 3 oblastí. První oblast představuje severní okraj VN Vsechlapy, jižně od obce Lahošť. Řadí se sem úseky BOU_001 a BOU_002. Úsek BOU_001 je ze 40-60 % obklopen mokřadními společenstvy. Zbytek údolní nivy se dělí mezi přirozený les a plochy ponechané přirozenému vývoji. Od úseků 1. třídy tento odděluje nízká variabilita typů dnového substrátu, který je zde zastoupen převážně prachem a bahnem, dále charakter proudění (pouze klouzavý typ) a především dynamika hydrologického režimu, která je trvale ovlivněna vzduťm VN Vsechlapy. Úsek BOU_002 se z hlediska heterogenity dna řadí mezi nejkvalitnější. Místy až vysoká variabilita hloubek v příčném profilu funguje v synergii s pestrými fluviálními strukturami dna, které jsou zde zastoupeny fluviálně-akumulačními lavicemi, mělčinami a tůněmi. Od úseků 1. třídy jej odděluje vzduť VN Vsechlapy a využití údolní nivy, které je ze 40 % využíváno jako zemědělská plocha.

Druhou oblast mírně modifikovaných úseků představuje BOU_014, BOU_015 a BOU_017, severně nad obcí Oldřichov. Od úseku BOU_016 (1. třída) tyto souhrnně odděluje

snížená průchodnost inundačního území, a to v podobě náspu turistické cesty, který je veden paralelně s korytem a nízká pestrost fluvialně morfologických struktur dna. Poslední oblast úseků 2. třídy lze vymezit pod obcí Mikulov, kam spadají úseky BOU_041 – BOU_043. Ty jsou charakteristické zvýšeným výskytem mrtvého dřeva v korytě, a především velmi intenzivní fluvialně erozní činností toku, která utváří na pravém břehu rozsáhlé břehové nátrže, které pokrývají většinu délky těchto úseků. Jediným důvodem, které tyto odděluje od úseků 1. třídy, je paralelně vedená silniční komunikace spojující obec Mikulov s městem Hrob. Nejenže výrazně snižuje průchodnost inundačním územím, ale také degraduje levý břeh toku.

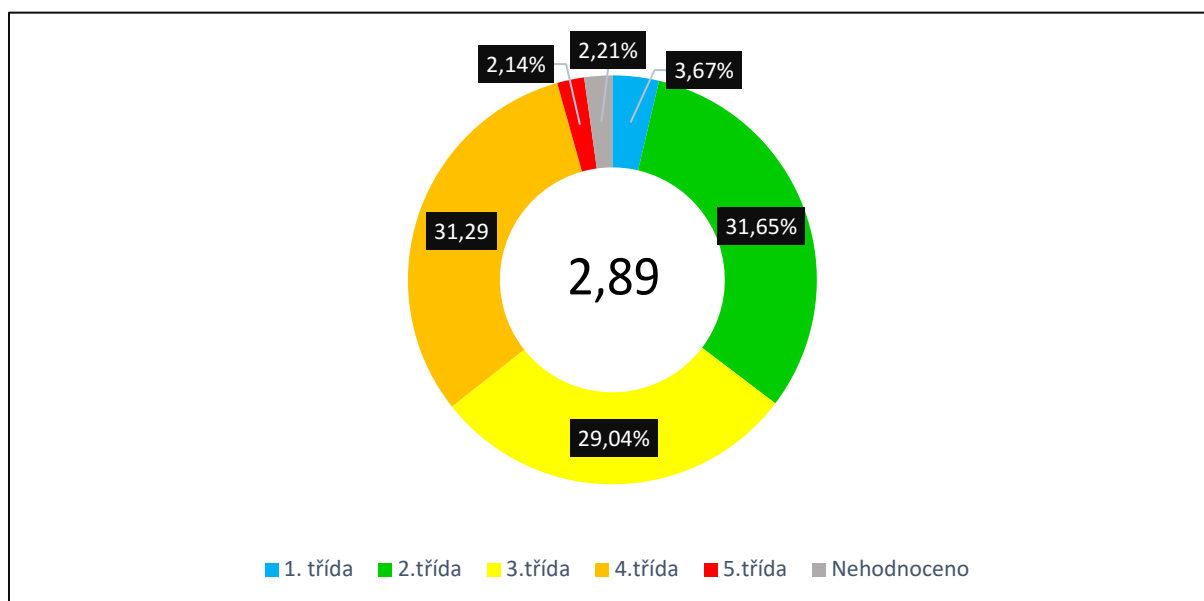
Úseky 3. třídy jsou kontinuálně rozmístěny v celé délce mapovaného úseku. Zpravidla se jedná o úseky, které protékají zemědělskými plochami, jsou uměle zahloubeny (BOU_006, BOU_007) a místy opevněny umělým substrátem. Pestrost výskytu fluvialních struktur i variability hloubek v příčném profilu je uměle snížena aplikací kamenné dlažby, která je souvisleji použita i pro opevnění extravilánových úseků. Příkladem jsou úseky BOU_021, BOU_024 či BOU_027. Speciálním případem úseků 3. třídy je BOU_044, jehož hydrologický režim je velmi silně ovlivněn vypouštěním splaškových vod (viz. Příloha 7). Značně modifikované úseky 4. třídy se dají rozdělit na dva typy. Prvním typem jsou napřímené úseky protínající intravilány, jejichž dno i břehy jsou souvisle opevněny kamennou dlažbou (BOU_032, BOU_033, BOU_045) či betonovými deskami (BOU_005). Druhým typem jsou napřímené úseky v extravilánu, které kromě opevnění dna a břehů kamennou dlažbou, jsou doslova protkány vysokými, migračně neprostupnými stupni (BOU_026, BOU_028). Mezi silně modifikované úseky 5. třídy byly zařazeny BOU_047 a BOU_049, které jsou zatrubněné/zakryté v celém rozsahu úseku.

Výsledný hydromorfologický stav celého vodního útvaru je roven hodnotě **2,89**, která řadí Bouřlivec, dle Tab. 4, do 3. třídy hydromorfologické kvality (středně modifikovaný). Z hlediska vlivu jednotlivých hydromorfologických zón, se na tomto neutěšeném stavu nejvíce podílí zóna břehu a příbřežní zóny a inundačního území. Hydromorfologický stav zóny břehu a příbřežní zóny je 3,37 a inundačního území 3,47. Podíl zastoupení jednotlivých hydromorfologických zón na výsledném stavu vodního útvaru, zobrazuje Graf 14.

Dle provedeného hydromorfologického průzkumu lze nastínit výběr vhodných úseků k aplikaci revitalizačních opatření. V extravilánech se jedná o úseky, které jsou souvisle opevněny kamennou dlažbou, často v kombinaci s vysokými antropogenními stupni. Příkladem je BOU_019, BOU_021, BOU_024, BOU_026, BOU_028. Mezi vhodné revitalizační úpravy se zde řadí především odstranění kamenné dlažby, a její nahrazení vhodnějším typem opevnění,

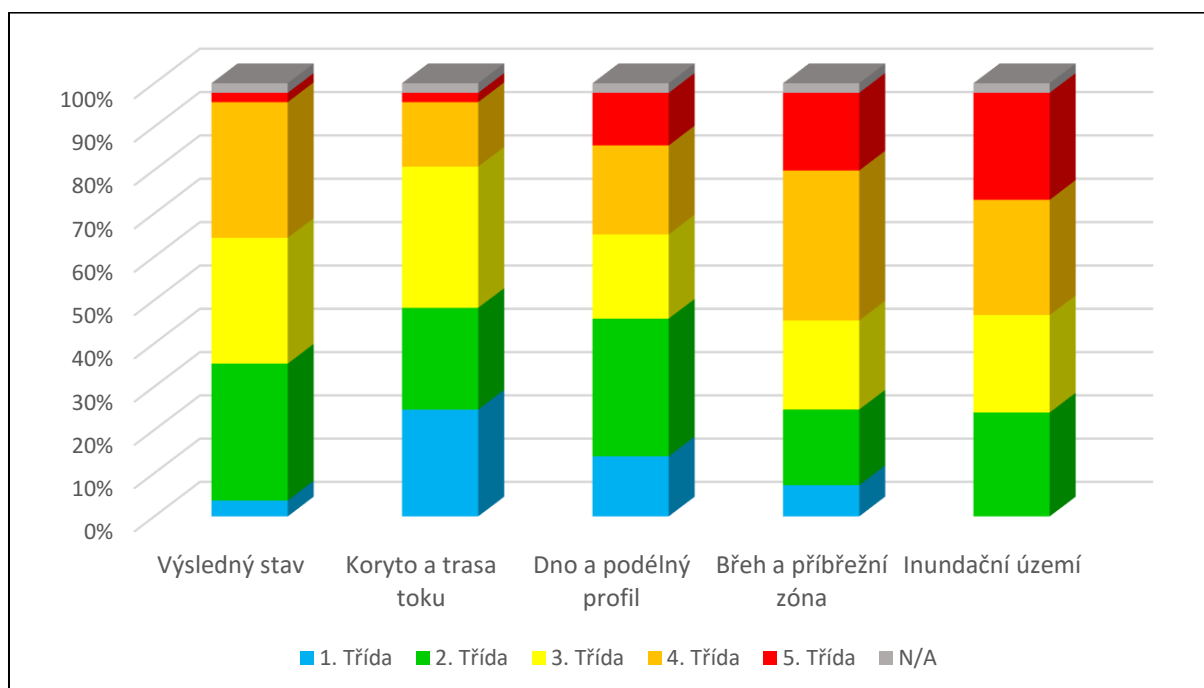
kteří umožní korytu komunikovat s podzemní vodou v hyporheické zóně a fluvialní činností modelovat dno. Mezi vhodné úseky v intravilánech se řadí především BOU_005, který je opevněn betonovými deskami v celém svém rozsahu. Dále sem spadá úsek BOU_032, u kterého by měla být zvýšená pozornost věnována hydrochemické analýze jakosti vody, a to z důvodů výrazného vypouštění splaškových vod přímo do toku.

Graf 13 – Podíl zastoupení hydromorfologických tříd úseků na výsledné kvalitě Bouřlivce



Zdroj: (terénní mapování)

Graf 14 – Podíl zastoupení hydromorfologických zón na výsledné kvalitě Bouřlivce



Zdroj: (terénní mapování)

7.6.2 Loučenský potok

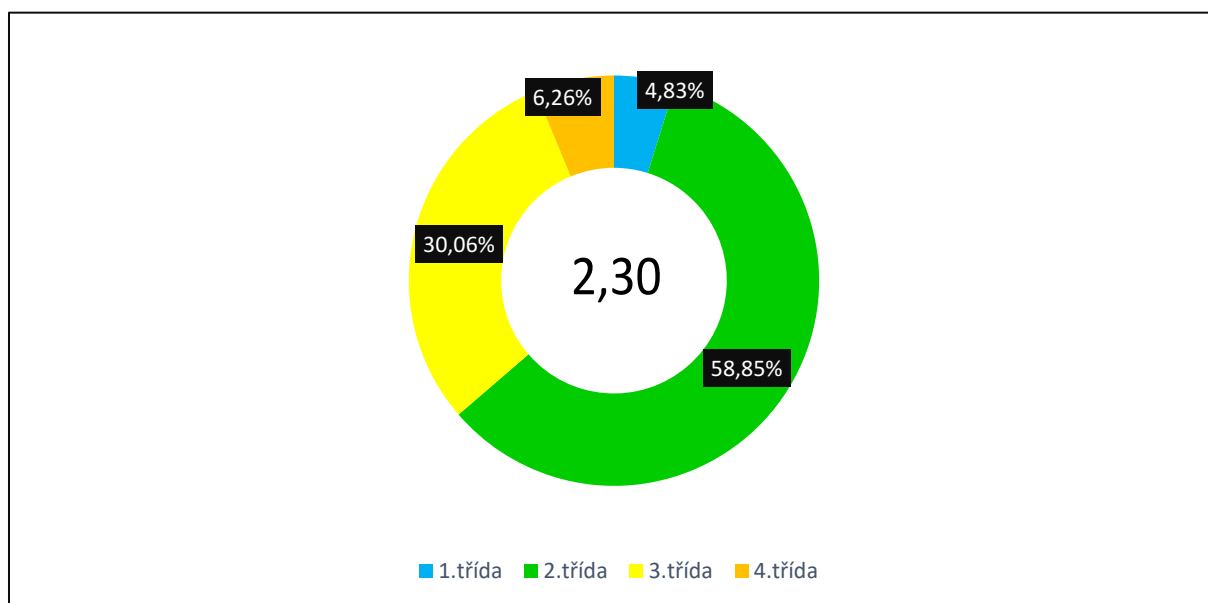
V rámci mapované oblasti Loučenského potoka nebyl identifikován žádný úsek s nejhorší třídou kvality (hodnota nad 4,5). V porovnání s Bouřlivcem byly stanoveny celkem 4 úseky, které splňují kritéria pro přiřazení nejvyšší hydromorfologické třídy kvality. Jedná se o úseky LOU_032 (1,25), LOU_033 (1,28), LOU_034 (1,39) a LOU_040 (1,34). Všechny tyto úseky jsou vázané na lesnatou oblast pod obcí Loučná. Společným rysem je vysoká variabilita dnového substrátu, zákrutový, místy až meandrující průběh trasy toku a antropogenně netknutá příbřežní zóna, respektive údolní niva. Úsek LOU_032 je charakteristický výskytem drobných, fluvialně akumulacních útvarů a převážně kamenitým dnem. Struktura břehové vegetace je v jeho spodním úseku tvořena ruderalními společenstvy, které zanedlouho nahrazuje přirozený lesní porost. Fluvialně morfologická struktura koryta je u všech úseků 1. třídy velmi kvalitní, s četnými strukturami dna i břehové části. Kromě čistě morfologických parametrů, jsou tyto úseky odděleny od ostatních také četným výskytem mrtvého dřeva v korytě.

Úseky 2. třídy kvality pokrývají převážnou část Loučenského potoka. Některé z nich disponují velmi vysokou 2. třídou kvality (LOU_039, LOU_045, LOU_047, LOU_048), (viz. Příloha 25) a od dosažení 1. třídy je zpravidla dělí zhoršená průchodnost inundačního území. Středně modifikované úseky 3. třídy se nachází především na dolním toku Loučenského potoka. Jedná se o úseky, které jsou uměle zahloubeny v celém rozsahu. Využití příbřežní zóny a nivy je zpravidla podřízeno zemědělské produkci a průchodnost inundačního území je výrazně snížena jak násypy komunikací, které jsou vedeny v paralelní linii s korytem, tak i protipovodňovými hrázemi. Patří sem úseky LOU_004, LOU_006, LOU_008, LOU_009 a úseky, procházející okrajem města Duchcov (LOU_011 – LOU_013).

Značně modifikované úseky jsou vázány pouze na intravilán obce Loučná. Řadí se sem úseky LOU_042 a LOU_043. Společným rysem těchto úseků je opevnění dna a břehů kamennou dlažbou, které je v celém rozsahu úseku. Do kamenné dlažby je vmodelována celá řada stupňů a drobných jezů, které snižují migrační prostupnost toku. Díky stabilizačnímu opevnění břehů, je omezen přirozený boční pohyb koryta, a to v celé délce těchto úseků. Dynamika hydrologického režimu je silně ovlivněna vypouštěním odpadních vod, které zasahuje do 80-90 % jejich rozsahu. Celková délka těchto úseků činí 0,917 km (6,26 %). Ucelený přehled hydromorfologických tříd kvality Loučenského potoka prezentuje Příloha 24 a vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkovém hydromorfologickém stavu, prezentuje Příloha 25. Výsledný hydromorfologický stav vodního útvaru je roven hodnotě **2,30**, která řadí Loučenský potok, dle Tab. 4, do 2. třídy hydromorfologické kvality (slabě

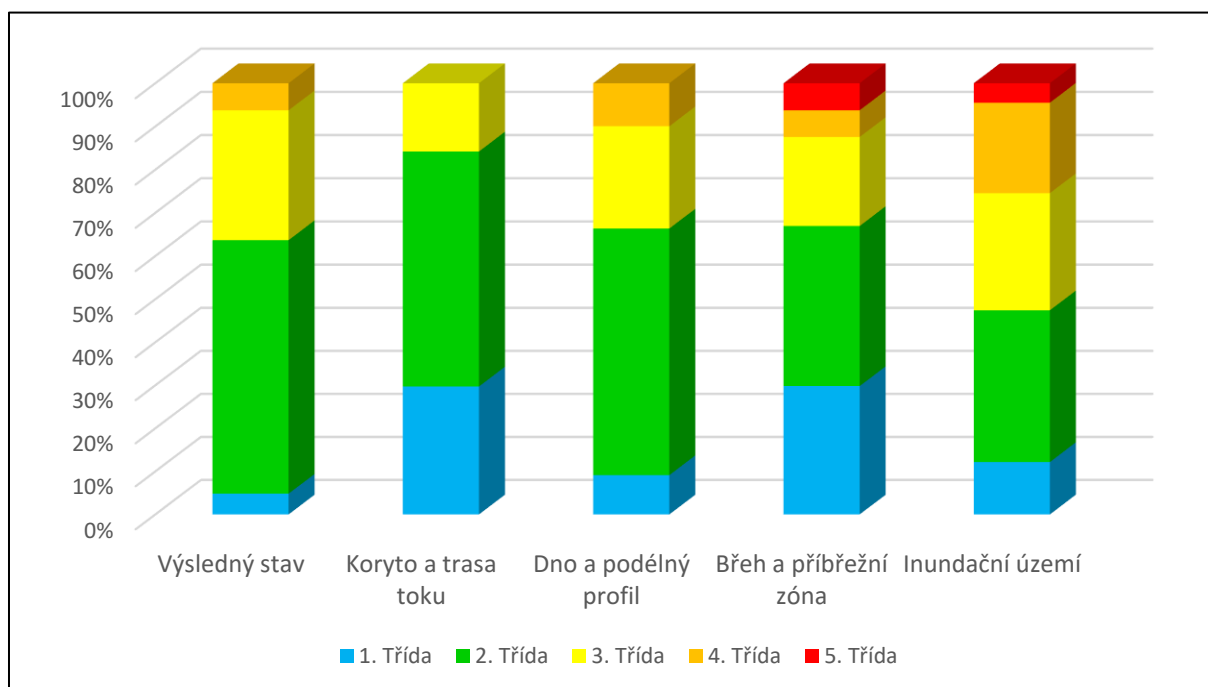
modifikovaný). Podíl zastoupení jednotlivých hydromorfologických tříd kvality na výsledné kvalitě vodního útvaru, prezentuje Graf 15 a podíl zastoupení vybraných hydromorfologických zón na kvalitě vodního útvaru, předkládá Graf 16. Výsledek mapování a rozdělení páteřních toků povodí Bouřlivce dle hydromorfologických tříd, prezentuje Příloha 26.

Graf 15 - Podíl zastoupení hydromorfologických tříd úseků na výsledné kvalitě Loučenského potoka



Zdroj: (terénní mapování)

Graf 16 - Podíl zastoupení hydromorfologických zón na výsledné kvalitě Loučenského potoka



Zdroj: (terénní mapování)

8. Rozbor výsledků a diskuze

Souhrnně bylo hodnoceno 28,107 km páteřních vodních toků povodí Bouřlivce, které byly rozděleny do 101 morfologicky jedinečných úseků. Pouhých 4,28 % hodnocených úseků vykazuje přírodě blízký charakter s minoritními antropogenními zásahy. Úseky, které lze charakterizovat jako slabě antropogenně modifikované, tvoří 45,84 % všech úseků. Nicméně rozdělení těchto úseků na Bouřlivci a Loučenském potoce je značně nerovnoměrné. Zatímco u Loučenského potoka tvoří úseky 2. třídy 8,625 km vodního toku (58,85 %), u Bouřlivce je to pouhých 4,258 km (31,65 %). Úseky 3. třídy hydromorfologické kvality (středně antropogenně modifikované) souhrnně pokrývají 8,311 km páteřních toků povodí Bouřlivce, a rozdělení těchto úseků mezi Loučenský potok a Bouřlivec je takřka symetrické (viz. Příloha 22, resp. Příloha 24). Naopak markantní rozdíl mezi oběma toky je v zastoupení 4. třídy hydromorfologické kvality (značná míra antropogenních modifikací). Na Loučenském potoce se jedná o čistě lokální výskyt v k.ú. obce Loučná, který je zastoupen úseky LOU_042 a LOU_043. Tyto dva úseky tvoří pouhých 0,917 km vodního toku (6,26 %). Naproti tomu situace na Bouřlivci je diametrálně odlišná. Úseky vykazující 4. třídu kvality se rozkládají na 4,209 km vodního toku (31,29 %). Klíčový rozdílový faktor představují úseky v extravilánu. Na Loučenském potoce se zpravidla jedná o mírně antropogenně modifikované úseky, s přírodě blízkou variabilitou dnového substrátu i fluviálně morfologických struktur dna. Naproti tomu značná míra extravilánových úseků Bouřlivce je zcela zbytečně opevněna kamennou dlažbou a často také protkána vysokými, migračně neprostupnými stupni. Závěrem autor zmiňuje úseky, které jsou označovány za silně modifikované (5. třída hydromorfologické kvality). Tyto souhrnně pokrývají 0,288 km (1,02 %) páteřních toků povodí Bouřlivce a jejich výskyt je vázán pouze na Bouřlivec. Jedná se o zatrubněné podhorské úseky BOU_047 a BOU_049 v lyžařském areálu Bouřňák (v k.ú. obce Mikulov).

Z výše uvedených výsledků již vyplývá, že Loučenský potok výrazně převyšuje Bouřlivec z hlediska hydromorfologického, ekohydrologického, ale i hydrobiologického. Toto tvrzení autor podkládá vlastním terénním pozorováním biodiverzity obou vodních toků. V celé mapované oblasti Bouřlivce nebyly, kromě lokálního a silně náhodného výskytu jelce tlouště (*Squalius cephalus*) a hrouzka obecného (*Gobio gobio*), pozorovány žádné další rybí druhy. Naproti tomu na Loučenském potoce byl zaznamenán i výskyt pstruha potočního (*Salmo trutta fario*), a to konkrétně v úseku LOU_024, který spadá do 2. třídy kvality. Kromě rozmanité fauny vázané přímo na vodní prostředí, poskytují některé úseky Loučenského potoka vhodné životní podmínky i pro okolní terestrickou zvěř. Příkladem budiž výskyt zmije obecné

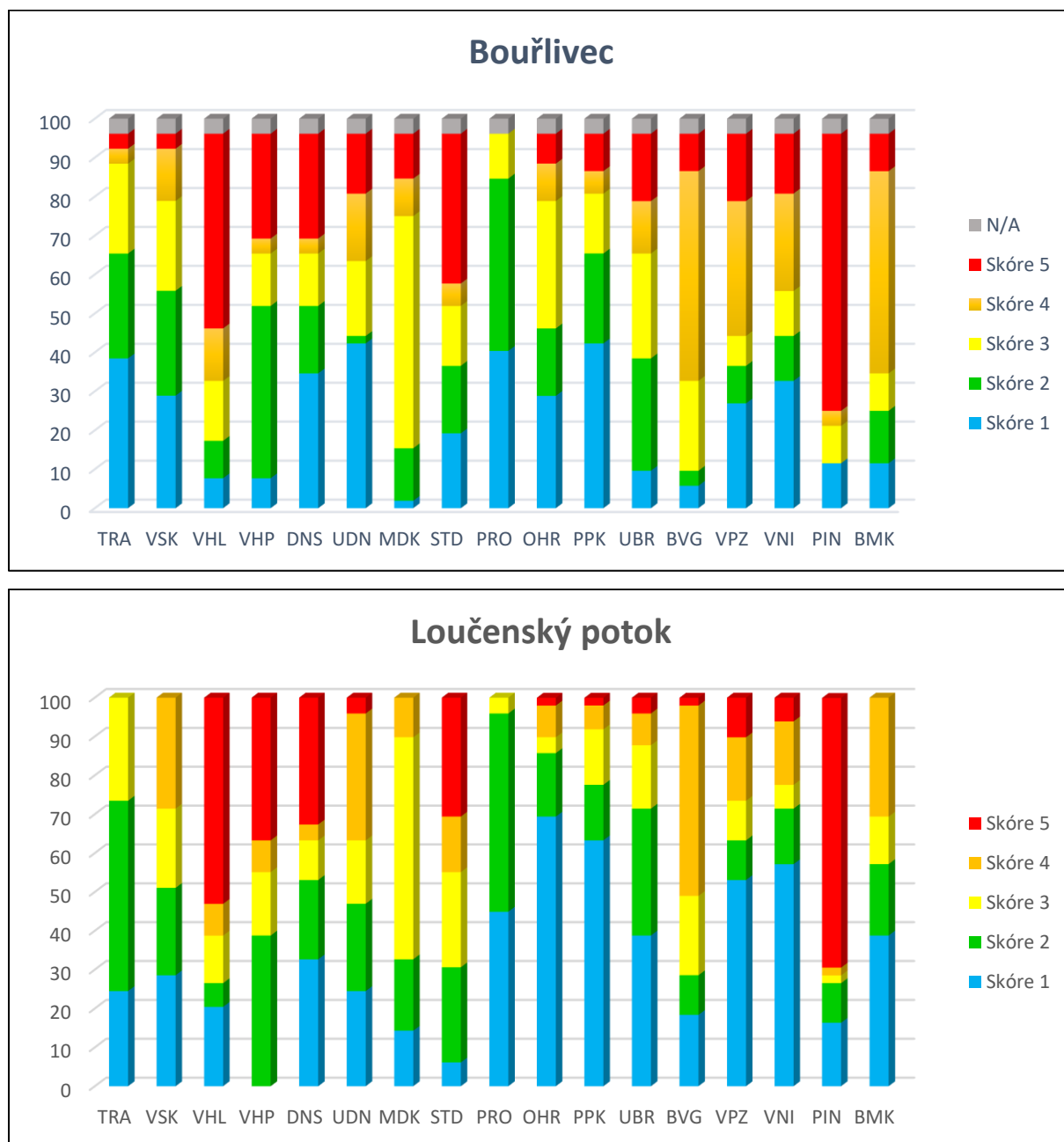
(*Vipera berus*), (Příloha 27) v příbřežní zóně úseku LOU_047. Vypočtený rozdíl mezi oběma toky je tedy poměrně velký. Vodní útvar Loučenský potok byl, s výslednou hodnotou **2,30**, charakterizován 2. třídou hydromorfologické kvality. Oproti tomu Bouřlivec, s výslednou hodnotou **2,89**, spadá již do 3. třídy hydromorfologické kvality (dle Tab. 4), (viz. Příloha 23, resp. Příloha 25).

Při hlubší analýze terénního monitoringu lze vyzorovat markantní rozdíl v kvalitě jednotlivých hodnotících parametrů. Tento poznatek představuje, kromě jiného, hlavní faktor řídící výrazný rozdíl hydromorfologické kvality páteřních toků. Mezi nejhorší parametr se souhrnně u obou toků řadí míra průchodnosti inundačního území (PIN). V případě Bouřlivce bylo ohodnoceno nejhorším skórem 71,15 % a u Loučenského potoka 69,39 % všech úseků. V obou případech se jedná především o násypy komunikací, podpírající buď turistické cesty či silnice, které jsou vedeny v paralelní linii s korytem. Mezi další parametry, které je možné souhrnně charakterizovat jako silně antropogenně modifikované, se řadí variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL). Tento je nejčastěji degradován uměle zvýšeným (či sníženým) zahloubením, které často doprovází právě paralelní násypy komunikací. Přehled procentuálního zastoupení skóre každého hodnotícího parametru, předkládá Graf 17. Z přiložených grafů je patrný rozdíl v kvalitě těchto parametrů mezi oběma páteřními toky.

Výrazný rozdíl mezi oběma páteřními toky panuje i ve vybraných hydromorfologických zónách. Horší stav Bouřlivce výrazně podporuje zcela zbytečné opevnění kamennou dlažbou, které je hojně zastoupeno i v úsecích v otevřené krajině (extravilánu), kde by mělo být od těchto technicky-stabilizačních prvků, v maximální možné míře upuštěno. Z hlediska hydromorfologických, ale i hydrobiologických ukazatelů, je dalším velmi důležitým ukazatelem podélná průchodnost koryta. Ta odráží vliv antropogenních zásahů na migrační prostupnost toku. Pouhých 16 úseků Bouřlivce neobsahuje žádné typy stupňů či jezů a z migračního hlediska jsou maximálně prostupné. Zbylých 36 úseků (z toho 2 nehodnoceny) souhrnně obsahuje 263 stupňů či jezů. Toto číslo je opravdu extrémní a nejvíce je patrné v úsecích BOU_033 (96 stupňů) a BOU_044 (63 stupňů). I když se v některých případech jedná o stupně přírodní (skalní stupeň) či dočasné, drtivá většina úseků je protkána antropogenně vytvořenými stupni, které byly vmodelovány do kamenné dlažby. Jejich koncentrace je výraznější na horním toku, kde má Bouřlivec poměrně výrazný spád, a v některých případech zde tyto stupně plní protierozní ochranu. Každopádně kriticky nízká migrační prostupnost Bouřlivce, nejenže prohlubuje rozdíl mezi Loučenským potokem v zóně dna a podélného profilu, ale také ve výsledném hodnocení. Detailní pohled, na rozdíl kvality

hydromorfologických zón mezi oběma páteřními toky, prezentuje Příloha 16, respektive Příloha 17.

Graf 17 – Rozložení hydromorfologické kvality hodnotících parametrů



Zdroj: (terénní mapování)

Terénní průzkum probíhal pomocí metodiky HEM (Langhammer, Hartvich 2014), která představuje certifikovanou metodiku MŽP ČR. Jedná se o komplexní metodiku hodnocení jednotlivých hydromorfologických a ekologických ukazatelů vodních toků. Značná výhoda této metodiky spočívá především v její relativní jednoduchosti, kdy po krátkém zaškolení je mapování přístupno poměrně širokému spektru uživatelů. Nicméně nutností je alespoň základní

orientace mapovatele ve fluviální geomorfologii, hydrologii, ekohydrologii, krajinné ekologii a fyzické geografii. Pro samotné mapování je třeba jen mapovací formulář (Příloha 1), fotoaparát, metr či pásmo, brodicí kalhoty (v případě určování parametrů broděním) a telefon či GPS přístroj pro zaznamenání souřadnic bodů jednotlivých úseků. Na druhou stranu fakt, že metodika je přístupna širokému okruhu uživatelů, částečně způsobuje zvýšenou míru subjektivity při určování jednotlivých parametrů. Celkem u 13 parametrů se zaznamenává jejich procentuální rozsah v rámci úseku. Dle předchozí zkušenosti mapovatele s metodikou bude toto stanovení více či méně přesné. Kromě předchozích zkušeností zde hraje roli také vzdělání. Rozdílné pohledy na vodní tok bude poskytovat hydrolog, vodohospodář, ekolog, hydrobiolog či botanik. Aspekt odborné specializace mapovatele by tedy bylo vhodné uvést do poznámek k mapování. Druhým dechem je však vhodné dodat, že hydromorfologický průzkum by měl být prováděn výhradně fyzickým geografem, hydrologem či ekohydrologem.

Metodika také lehce opomíjí detailnější rozbor fluviálních sedimentů. Úseky s výraznějším výskytem fluviálních akumulací by mohly být podrobeny rozboru pomocí metody optické granulometrie (Detert, Weitbrecht 2012, Langhammer et al. 2017). Velká výhoda spočívá v tom, že není třeba přibalovat žádné další vybavení, neb pro metodu optické granulometrie stačí fotoaparát a nějaké měřítko (metr, pásmo apod.). Výsledná granulometrická křivka by mapovateli poskytla informace o dynamice ukládání fluviálních sedimentů a rozložení velikostních frakcí v rámci akumulčního útvaru. Tuto myšlenku částečně podporuje i Vasil (2018), který upozorňuje na případnou nejasnost ve stanovení zrnitostních frakcí v parametru dnového substrátu (DNS), a pro přesnější určení navrhuje analýzu vzorku metodou síťového rozboru za mokra.

V rámci terénního průzkumu metodikou HEM, byla zjištěna absence některých kategorií, a to především v hodnotících parametrech využití příbřežní zóny (VPZ) a využití údolní nivy (VNI). Jedná se o specifické využití těchto říčních zón, které typologicky nezapadá do žádné nabízené kategorie mapovacího formuláře. Mezi takovéto specifické využití se řadí golfová hřiště, lyžařské areály, zahrady, sady a parky. Do jisté míry lze tento problém vyřešit zařazením výše uvedených kategorií pod možnost „*pastviny*“, která představuje zlatou střední cestu mezi loukami a intravilánem či průmyslem (příp. roztroušenou zástavbou). Toto řešení bylo v inkriminovaných úsecích použito i v rámci této práce. Nicméně optimálnější řešení spočívá dle autora v doplnění metodiky HEM o výše zmíněnou kategorii využití příbřežní zóny a údolní nivy. Mezi poslední drobné negativum této metodiky se řadí nízká pozornost věnována jakosti vody. Tento ukazatel je vhodné adresovat především v úsecích se sníženou třídou

hydromorfologické kvality, které se jeví jako potenciálně vhodné k aplikaci revitalizačních opatření. Pro finální výběr vhodných úseků, by kromě výsledků terénního průzkumu, mělo být přihlíženo právě i k jakosti vody, jakožto jednomu z nástrojů evaluující konečný efekt revitalizace (Tichý 2017). Kromě klasické hydrochemické analýzy vody, se jako další prospěšný nástroj při výběru úseku k revitalizaci, může uplatnit i míra biodiverzity bentosu, která je schopna odhalit například znečištění těžkými kovy (Akinyeye, Solanke, Okorie 2011). Z těchto poznatků vyplývá, že hydromorfologický průzkum představuje pouze jeden z několika aspektů, které by měly být při výběru revitalizačního úseku zohledněny.

Nicméně i bez těchto doplňujících hydrochemických a hydrobiologických charakteristik, lze dle morfologického stavu koryta upřednostnit některé úseky před druhými. Typický příklad reprezentuje úsek BOU_005 (Příloha 28), který jako jediný ze všech 101 mapovaných úseků, (nepočítaje ZAT úseky), je kompletně opevněn betonovými deskami. Tento archaický způsob úpravy koryta je silně degradační a úsek by měl být z hlediska revitalizace jednoznačně upřednostněn před ostatními. Z hlediska extravilánů se jako nejvhodnější jeví úseky BOU_019, BOU_021, BOU_024, BOU_026, BOU_028, které jsou opevněny kamennou dlažbou. Naopak situace na Loučenském potoce je v tomto směru odlišná. Primárním zájmem by měla být ochrana velmi kvalitních úseků (LOU_032, LOU_033, LOU_034 a LOU_040) před zvyšujícím se antropogenním nátlakem. V návaznosti na kvalitní úsek LOU_040, se jako vhodný úsek k aplikaci revitalizačních opatření, jeví úsek LOU_041, který je výrazně napřímen a opevněn kamennou dlažbou.

Klíčovým faktorem potenciálního revitalizačního úspěchu je především jasné a realistické stanovení cílů. Cílům revitalizačního projektu není podmíněn pouze postup samotných prací, ale také frekvence a rozsah následného monitoringu (Ehrenfeld 2000). Důležité je především vzájemné srovnání hydromorfologických a ekologických ukazatelů před a po revitalizaci (Šolc 2015), neboť jen tento přístup zaručuje odhalení základních proměnných určujících revitalizační úspěch (Field et al. 2011).

Cíle revitalizačních prací by proto měly být nastaveny s cítem pro ekologické, socioekonomické, ale i kulturní atributy daného místa (Fryirs, Brierley 2009) a měly by vycházet z vědeckého pozorování zájmového úseku, které může být zastoupeno právě hydromorfologickým průzkumem.

9. Závěr

Předkládaná bakalářská práce se zabývá aplikací metodiky hydromorfologického průzkumu (HEM), (Langhammer, Hartvich 2014) na páteřní toky povodí Bouřlivce, s hlavním cílem zhodnotit míru antropogenních zásahů ovlivňující morfologické a ekologické ukazatele těchto toků. Dílčím cílem práce bylo, na podkladu terénního monitoringu, nastínit potenciálně vhodné úseky k aplikaci revitalizačních opatření.

Z výsledků terénního monitoringu jednoznačně vyplývá zesílený antropogenní vliv na páteřní toky povodí Bouřlivce, a to především na samotný Bouřlivec, který byl charakterizován 3. třídou hydromorfologické kvality. Ta se odráží nejen v modifikovaném využití břehů, příbřežní zóny a inundačního území, ale také v charakteru opevnění dna, a to především v úsecích mimo intravilány. Tyto jsou navzdory mírnému spádu zcela nevhodně stabilizačně opevněny kamennou dlažbou, která nejenže neumožňuje rozvoj tůní a jiných fluvialních struktur dna, ale také brání propojení vody v korytě s podzemní vodou hyporheické zóny. Ve vzájemném porovnání se tedy mnohem lépe prezentuje Loučenský potok, kterému byla přidělena 2. třída hydromorfologické kvality. I když jsou antropogenně značně modifikované úseky zastoupeny na obou tocích, v případě Loučenského potoka se jedná o čistě lokální výskyt, který je vázán na intravilán obce Loučná. Primární snahou by mělo být zachování přírodě blízkého stavu vybraných úseků Loučenského potoka (LOU_032, LOU_033, LOU_034, LOU_040), které disponují vysokou heterogenitou nejen typů dnového substrátu, ale také fluvialně-erozních struktur břehů.

Autor zde prezentuje myšlenku, že samotný hydromorfologický průzkum představuje pouze jeden z několika aspektů, které je třeba při výběru potenciálně revitalizovaného úseku brát v úvahu, a bez vzájemného propojení s klíčovými hydrochemickými a hydrobiologickými ukazateli, není stanovení kvality daného úseku adresováno do dostatečné hloubky. Vzájemná synergie těchto ukazatelů slouží jako podklad nejen pro výběr vhodného úseku, ale také pro následnou evaluaci a zhodnocení provedených revitalizačních opatření. Pouze důkladné zhodnocení provedených prací, v dostatečném časovém odstupu, pomůže odhalit klíčové ukazatele řídící revitalizační úspěch (Field et al. 2011). Zcela klíčovým faktorem při revitalizačních projektech, v intravilánech měst a obcí, je komunikace s tamními obyvateli (Seidl, Stauffacher 2013). Pouze vzájemná tolerance a pochopení, jak ze strany odborných projektantů, tak ze strany laické veřejnosti, přispěje do budoucna k navýšení počtu revitalizací, které lze hodnotit úspěšně.

10. Seznam literatury

1. ABERNETHY, Bruce, RUTHERFOD, Ian. (2001), *The Distribution and Strength of Riparian Tree Roots in Relation to Riverbank Reinforcement*. Hydrological Processes, 15, p. 63-79. DOI: 10.1002/hyp.152.
2. AKINYEYE, J. A., SOLANKE, O. E., OKORIE, G. T. (2011), *Heavy Metal Composition in Industrial Effluent on Alaro Stream Benthos*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5 (5), p. 1184-1188. ISSN 1991-8178.
3. ANIM, Desmond, FLETCHER, Tim, VIETZ, Geoff, PASTERNAK, Gregory, BURNS, Matthew. (2019), *Restoring in-stream habitat in urban catchments: Modify flow or the channel?* Ecohydrology 2019, Vol. 12, Issue 1. DOI: 10.1002/eco.2050.
4. ARCEMENT, George, SCHNEIDER, Verne. (1989), *Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains*. U.S. GEOLOGICAL SURVEY-WATER SUPPLY PAPER 2339.
5. ARNOLD, Chester, GIBBONS, James. (1996), *Impervious Surface Coverage, The Emergence of a Key Environmental Indicator*. American Planning Association: Journal of the American Planning Association, p. 243-258.
6. BALATKA, Břetislav, KALVODA, Jan. (2006), *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. Kartografie PRAHA. ISBN 80-7011-913-6.
7. BATHURST, C. James (1985), *Flow Resistance Estimation in Mountain Rivers*. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE, Vol. 111, p. 625-643.
8. BENNET, Sean, SIMON, A., CASTRO, Janine, ATKINSON, Joseph, BRONNER, Coleen, BLERSCH, Stacey, RABIDEAU, Alan. (2011), *The Evolving Science of Stream Restoration*. Washington DC: American Geophysical Union, Geophysical Monograph Series. DOI: 10.1029/2011GM001099.
9. BERNHARDT, Emily, PALMER, Margaret. (2007), *Restoring streams in an urbanizing world*. Freshwater Biology 52, p. 738-751. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2006.01718.x.
10. BÍNOVÁ, Ludmila. (2006), *Břehové a doprovodné porosty vodních toků s funkcí biokoridoru nebo biocentra ÚSES*. Brno: Společnost pro životní prostředí.
11. BOND, R.N., LAKE, S.P. (2003), *Local habitat restoration in streams: Constraints on the effectiveness of restoration for stream biota*. Ecological Management & Restoration, Vol. 4, No. 3, p.193-198. DOI: 10.1046/j.1442-8903.2003.00156.x.
12. CAMPANA, Daniela, MARCHESE, Enrico, THEULE, Joshua, COMITI, Francesco. (2014), *Channel degradation and restoration of an Alpine river and related morphological changes*. Geomorphology. 221, DOI: 10.1016/j.geomorph.2014.06.016.
13. CLIFFORD, Nicholas. (2012), *River restoration: Widening perspectives*. DOI: 10.1002/9781119952497.ch13.
14. COCKERILL, Kristan, ANDERSON, William. (2014), *Creating False Images: Stream Restoration in an Urban Setting*. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 50(2), p. 468-482. Version of record available from Wiley. [ISSN: 1093-474X], DOI: 10.1111/jawr.12131.
15. CULEK, Martin, BUČEK, Antonín, GRULICH, Vít, HARTL, Pavel, HRABICA, Antonín, KOCIÁN, Jiří, KYJOVSKÝ, Štěpán, LACINA, Jan. (2005), *Biogeografické členění České republiky II. díl*. Praha: Asociace ochrany přírody a krajiny. ISBN 80-86064-82-4

16. ČERNÝ, Karel, STRNADOVÁ, Veronika, VELEBIL, Jiří, BAROŠ, Adam, BULÍŘ, Pavel. (2013), *Obnova a dlouhodobá péče o břehové porosty*. VÚKOZ, Certifikovaná metodika. ISBN 978-80-85116-99-1.
17. DABNEY, M. S., SHIELDS, D.F., LANGENDOEN, J.E., TEMPLE, M.D. (2004), *Grass Hedge Effects on Gully Hydraulics and Erosion*.
18. DEMEK, Jaromír. (1987), *Obecná geomorfologie*. Praha: Academia.
19. DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. (2006), *Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual, Chapter 6.7.1: Riparian Buffer Restoration, p. 191-210*. URL: pecpa.org/wp-content/uploads/Stormwater-BMP-Manual.pdf
20. DETERT, Martin, WEITBRECHT, Volker. (2012), *Automatic object detection to analyze the geometry of gravel grains – a free stand-alone tool*. River Flow 2012 – Proceedings of the International Conference on Fluvial Hydraulics. 1, p. 595-600.
21. DJAJADI, Ruslan (2009), *Comparative Study of Equivalent Manning Roughness Coefficient for Channel with Composite Roughness*. Civil Engineering Dimension, Vol. 11, No. 2, p. 113-118, September 2009.
22. DOLANC, Christopher, HUNSAKER Carolyn. (2017), *The transition from riparian to upland forest plant communities on headwater streams in the southern Sierra Nevada, California, United States*. Journal of the Torrey Botanical Society 144(3), p. 280-295. DOI: 10.3159/TORREY-D-15-00073.1.
23. DOYLE, Martin, SHIELDS, Doug, BOYD, Karin, SKIDMORE, Peter, DOMINICK, DeWitt. (2007), *Channel-Forming Discharge Selection in River Restoration Design*. Journal of Hydraulic Engineering, July, p. 831-837. DOI: 10.1016/(ASCE)0733-9429(2007)133:7(831).
24. EDEN, Sally, TUNSTALL, Sylvia. (2006), *Ecological versus Social Restoration? How Urban River Restoration Challenges but also Fails to Challenge the Science: Policy Nexus in the United Kingdom*. Environment and Planning, vol. 24, issue 5, p.661-680. DOI: 10.1068/c0608j.
25. EHRENFELD, Joan. (2000), *Defining the Limits of Restoration: The Need for Realistic Goals*. Restoration Ecology Vol. 8 No. 1, p. 2-9.
26. EHRLICH, Petr, GERGEL, Jiří, ONDR, Pavel. (2003), *Revitalizační úpravy drobných vodních toků*. Zájmové vydání pro Katedry pozemkových úprav a převodu nemovitostí JČU, Zemědělská fakulta.
27. EVETTE, André, LABONNE, Sophie, REY, Freddy, LIEBAULT, Frederic, JANCKE, Oliver, GIREL, Jacky. (2009), *History of Bioengineering Techniques for Erosion Control in Rivers in Western Europe*. Environmental Management, 43, p. 972-984. DOI: 10.1007/s00267-009-9275-y.
28. FERNÁNDEZ, Diego, BARQUÍN, José, RAVEN, J. Paul. (2011), *A review of river habitat characterisation methods: indices vs. characterisation protocols*. Limnetica, 30(2), p. 217-234.
29. FIELD, Christian, BIRK, Sebastian, BRADLEY, David, HERING, Daniel, KAIL, Joachem, MARZIN, Anahita, MELCHER, A., NEMITZ, Dirk, FEJERSKOV, Lauge, Morten, BORGWARDT, Florian, PONT, Didier, VERDONSCHOT, Piet, FRIBERG, Nikolai. (2011), *From Natural to Degraded Rivers and Back Again*. ADVANCES IN ECOLOGICAL RESEARCH, VOL. 44. DOI: 10.1016/B978-0-12-374794-5.00003-1.
30. FILOSO, Solange, PALMER, Margaret. (2011), *Assesing stream restoration effectiveness at reducing nitrogen export to downstream waters*. Ecological Applications 21(6), p. 1989-2006. DOI: 10.1890/10-0854.1.

31. FISCHENICH, Craig. (2003), *Effects of Riprap on Riverine and Riparian Ecosystems*. Vicksburg: U.S. Army Research and Development Center, ERDC/EL TR-03-4.
32. FREEMAN, Gary, FISCHENICH, Craig. (2000), *Gabions for Streambank Erosion Control*.
33. FREY, Merrit. (2013), *Restoring Riparian Buffers: A What Works Snapshot*. Portland, Oregon: River Network.
34. FROEHLICH, David, BENSON, Craig. (1996), *Sizing Dumped Rock Riprap*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 122, No. 7, p. 389-396. ISSN: 0733-9429/0007-0389-0396.
35. FROEHLICH, David. (2009), *River bank stabilization using rock riprap falling aprons*. River Research and Applications, 25, p. 1036-1050. DOI: 10.1002/rra.1211.
36. FRYIRS, Kirstie, BRIERLEY, Gary. (2009), *Naturalness and Place in River Restoration*. Ecology and Society 14(1).
37. GERGEL, Jiří. (2004), *Vegetační doprovod, p. 44-46*. In: VRÁNA, Karel, ed. (2004), *Revitalizace malých vodních toků: součást péče o krajinu*. Praha: Consult. ISBN 80-902132-9-4.
38. HERBER, Vladimír, SUDA, Jiří. (1994), *Cvičení z fyzické geografie. I, Hydrologie*. Plzeň: Pedagogická fakulta západočeské univerzity. ISBN 80-7043-111-3
39. HIGGS, Eric. (1997), *What is good ecological restoration?* Conservation Biology, 11, p. 338-348. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1997.95311.x.
40. HOWE, Kate. (1997), *Construction of artificial riffles and pools for freshwater habitat restoration*. Department of Horticultural Science, University of Minnesota, St. Paul, MN In: Student On-Line Journal Vol. 2, No. 1, Spring.
41. CHLUPÁČ, Ivo, BRZOBOHATÝ, Rostislav, KOVANDA, Jiří, STRÁNÍK, Zdeněk. (2002), *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0914-0.
42. CHOW, Ven Te. (1959), *OPEN-CHANNEL HYDRAULICS*. McGraw-Hill Book Company. ISBN 07-010776-9.
43. IAKOVOGLOU, Valasia, ZAIMES, George, GOUNARIDIS, Dimitrios. (2013), *Riparian areas in urban settings: two case studies from Greece*. Int. J. Innovation and Sustainable Development, Vol. 7, No. 3, p. 271-288.
44. JACOBSON, Robert, FEMMER, Suzanne, MCKENNEY, Rose. (2001), *Land-Use Changes and the Physical Habitat of Streams-A review with Emphasis on Studies within the U.S. Geological Survey Federal-State Cooperative Program*. Circular 1175. ISBN: 0-607-94327-0.
45. JAMES, L.A., LECCE, S.A. (2013), *Impacts of land-use and land-cover change on river systems*. In: SHRODER, J. (Editors in chief), WOHL, E. (Ed.), *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA, vol. 9, Fluvial Geomorphology, p. 768–793.
46. JARRETT, R. D. (1984), *Hydraulics of High-Gradient Streams*. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE, Vol. 110, p. 1519-1539.
47. JUST, Tomáš, MATOUŠEK, Václav, DUŠEK, Martin, FISCHER, David, KARLÍK, Petr. (2005), *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Česko: Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-239-6351-1.
48. JUST, Tomáš, ŠÁMAL, Vladimír, DUŠEK, Martin, FISCHER, David, KARLÍK, Petr, PYKAL, Jiří. (2003), *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-72-7.

49. JUST, Tomáš. (2010), *Přírodě blízké úpravy vodních toků v intravilánech a jejich význam v ochraně před povodněmi. Revitalizace sídelního prostředí vodními prvky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87457-03-0.
50. JUST, Tomáš. (2012), *Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
51. JUST, Tomáš. (2013), *Některé aspekty péče o břehové porosty ve vztahu k morfologickému stavu vodních toků, p. 11-15*. In: BAROŠ, Adam (ed.). *Břehové porosty vodních toků*. VÚKOZ: Sborník ze semináře konaného dne 19.11. 2013 v Průhonicích, ISBN 978-80-85116-98-4.
52. JUST, Tomáš. (2018), *Metodické doporučení: Navrhování revitalizací vodních toků v nezastavěné krajině*. Agentura ochrany přírody a krajiny, Regionální pracoviště Střední Čechy, 11/2018.
53. JŮVA, Karel, HRABAL, Antonín, TLAPÁK, Václav. (1984), *Malé vodní toky*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
54. KAMPA, Eleftheria, BUSSETTINI, Martina. (2018), *River Hydromorphological Assessment and Monitoring Methodologies - FINAL REPORT. Part 1 - Summary of European country questionnaires*. April 2018.
55. KAPLAN, Zdeněk. (2012), *Flora and phytogeography of the Czech Republic*. PRESLIA 84, p. 505-573.
56. KENNEY, Melissa, WILCOCK, Peter, HOBBS, Benjamin, FLORES, Nicholas, MARTÍNEZ, Daniela. (2012), *Is Urban Stream Restoration Worth It?* Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 48(3), p. 603-615. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2011.00635.x.
57. KEOWN, Malcolm. (1983), *Streambank Protection Guidelines for Landowners and Local Governments*. Vicksburg, Mississippi: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
58. KRÁLOVÁ, Magdalena. (2013), *Hydromorfologické hodnocení vodních toků na základě distančních podkladů*. Přírodovědecká fakulta UK, Disertační práce, 149 stran.
59. KŘÍŽEK, Marek, UXÁ, Tomáš, MIDA, Peter. (2016), *Praktikum morfometrických analýz reliéfu*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-3244-5
60. KŘOVÁK, František, KOVÁŘ, Pavel, KADLEC, Václav. (2014), *Technická protierozní opatření- Hrazení bystřin a strží*. Výzkumný ústav meliorací a půdy, Česká Zemědělská Univerzita. ISBN 978-80-87361-31-3.
61. KUDRNOVSKÁ, Olga, KOUSAL, Jiří. (1971), *Výšková členitost reliéfu ČSR 1: 500 000*. Brno: Geografický ústav, ČSAV.
62. LANGHAMMER, Jakub, HARTVICH, Filip, MATTAS, Daniel, ZBOŘIL, Aleš. (2009), *Vymezení typů vodních toků*. Přírodovědecká fakulta UK, Praha 2009.
63. LANGHAMMER, Jakub, HARTVICH, Filip. (2014), *HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. MŽP ČR, 2014.
64. LANGHAMMER, Jakub, LENDZIOCH, Theodora, MÍŘIOVSKÝ, Jakub, HARTVICH, Filip. (2017), *UAV-Based Optical Granulometry as Tool for Detecting Changes in Structure of Flood Depositions*. Remote Sensing. 9. 240. DOI: 10.3390/rs9030240.
65. LANGHAMMER, Jakub. (2014), *HEM 2014 Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. MŽP ČR, Praha 2014.

66. LI, Han-Ming, EDDLEMAN, Karen. (2002), *Biotechnical engineering as an alternative to traditional engineering methods. A biotechnical streambank stabilization design approach*. Landscape and Urban Planning 60, p. 225-242.
67. LIMERINOS, T. J. (1970), *Determination of the Manning Coefficient From Measured Bed Roughness in Natural Channels*. U.S. GEOLOGICAL SURVEY-WATER SUPPLY PAPER 1898-B.
68. LYN, Dennis, NEWTON, John. (2015), *Approaches to the design of biotechnical streambank stabilization: Volume I-A guide to the literature*. (Joint Transportation Research Program Publication No. FHWA/IN/JTRP-2015/14). West Lafayette, Purdue University. DOI: 10.5703/1288284315998.
69. MAŇÁK, Pavel. (2017), *Manningův drsnostní součinitel*. Seminární práce z předmětu Morfologie a říční inženýrství, ČVUT.
70. MAREŠ, Karel. (1997), *Úpravy toků: Navrhování koryt*. Praha: ČVÚT. ISBN 80-01-00903-3.
71. MASSEY, William, BIRON, Pascale, CHONÉ, Guénolé. (2017), *Assesing the impact of riprap bank stabilization on fish habitat: A study of Lowland Appalachian streams in Southern Québec*. Montreal: Concordia University, Masters Thesis in the Department of Geography, Planning and Environment.
72. MATOUŠKOVÁ, Milada. (2003), *Ekohydrologický monitoring jako podklad pro revitalizaci vodních toků: Modelová studie povodí Rakovnického potoka*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, Dizertační práce, 219 s.
73. MATOUŠKOVÁ, Milada. (2008), *Metoda ekomorfologického hodnocení kvality habitatu vodních toků EcoRivHab*, p. 43-65. In: MATOUŠKOVÁ, Milada (ed.). (2008), *Ekohydrologický monitoring vodních toků v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES*. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, ISBN 978-80-86561-54-7.
74. MIRGHOLAMI, Morteza, MEDGHALCHI, Leila, SHAKIBAMANESH, Amir, GHOBADI, Parisa. (2016), *Developing Criteria for Urban River Restoration based on Biophilic and water sensitive approaches*. MANZAR, The Scientific Journal of Landscape, 8(36).
75. MONDAL, Sayoni, PATEL, Pravin, Priyank. (2018), *Examining the utility of river restoration approaches for flood mitigation and channel stability enhancement: a recent review*. Environmental Earth Sciences (2018) 77:195. DOI: 10.1007/s12665-018-7381-y.
76. NAIMAN, Robert, DÉCAMPS, Henri, POLLOCK, Michael. (1993), *The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity*. Ecological applications. 3, p. 209-212. DOI: 10.2307/1941822.
77. NOVÁK, Ladislav, IBLOVÁ, Marie, ŠKOPEK, Václav. (1986), *Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, Ochrana životního prostředí.
78. OSBORNE, Lewis, KOVACIC, David. (1993), *Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management*. Freshwater Biology 29, p. 243-258.
79. PANDER, Joachim, GEIST, Juergen. (2013), *Ecological indicators for stream restoration success*. Ecological Indicators 30(2013), p. 106-118. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.01.039.
80. PATOČKA, Cyril, MACURA, Lukáš. (1989), *Úpravy toků*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00203-6.
81. PAUL, Michael, MEYER, Judy. (2001), *Streams in the Urban Landscape*. DOI: 10.1007/978-0-387-73412-5_12.
82. POLLEN, Natasha, SIMON, Andrew. (2005), *Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model*. Water Resources Research, vol. 41, W07025. DOI: 10.1029/2004WR003801.

83. RAUŠER, Jaroslav. ZLATNÍK, Alois. (1966), *Biogeografie I. Mapa 1: 1 000 000*. In: Atlas Československé socialistické republiky. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie.
84. RILEY, L. Ann. (1998), *Restoring streams in cities: A guide for planners, policymakers and citizens*. Washington DC: Island Press. ISBN: 978-1559630429
85. ŘÍHA, Jaromír. (2010), *Ochranné hráze na vodních tocích*. Praha: Grada Publishing a.s., p. 22. ISBN 978-80-247-3570-2.
86. SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. (2003), *River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003 Version*.
87. SEIDL, Roman, STAUFFACHER, Michael. (2013), *Evaluation of river restoration by local residents*. Water Resources Research, 49, p. 7077-7087. DOI: 10.1002/2013WR013988.
88. SHIELDS, Douglas, COPELAND, Roland, KLINGEMAN, Peter, DOYLE, Martin, SIMON, Andrew. (2003), *Design for Stream Restoration*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 129, No. 8, August 1. DOI: 10.1016/(ASCE)0733-9429(2003)129:8(575).
89. SIMON, Andrew, COLLISON, Andrew. (2002), *Quantifying the mechanical and hydrologic effects of riparian vegetation on streambank stability*. Earth Surface Processes and Landforms, 27, p. 527-546. DOI: 10.1002/esp.325.
90. SKALICKÝ, Vladimír. (1988), *Regionálně fyto geografické členění, p. 103-121*. In: HEJNÝ, Slavomil, SLAVÍK, Bohumil (eds.). (1988), *Květena České socialistické republiky I*. Praha: Academia.
91. ŠIMÍČEK, Václav. (1999), *Břehové a doprovodné porosty vodních toků – součást lužních ekosystémů*. Praha: Agrospoj, Těšnov, Praha 1.
92. ŠLEZINGR, Miloslav. (2010), *Revitalizace toků: příspěvek k problematice vodních toků*. Brno: VUTIUM. ISBN 978-80-214-3942-9.
93. ŠLEZINGR, Miroslav, ÚRADNÍČEK, Luboš. (2002), *Vegetační doprovod vodních toků a nádrží*. Brno: Cerm, ISBN 80-7204-269-6.
94. ŠOLC, Jakub. (2015), *Hodnocení revitalizačních efektů na vodních tocích se zaměřením na hydromorfologii*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Bakalářská práce, 78 s.
95. TICHÝ, Vojtěch. (2017), *Hodnocení a návrh revitalizačních opatření vodních toků v urbanizované a rurální krajině*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Diplomová práce, 151 s.
96. TOLASZ, Radim, MÍKOVÁ, Taťána, VALERIÁNOVÁ, Anna, VOŽENÍLEK, Vít. (2007), *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-26-1.
97. VAIT, Jiří, FRANKOVÁ, Ivana. (2013), *Problematika břehových porostů z pohledu správce vodního toku, p. 7-10*. In: BAROŠ, Adam (ed.). *Břehové porosty vodních toků*. VÚKOZ: Sborník ze semináře konaného dne 19.11. 2013 v Průhonicích, ISBN 978-8085116-98-4.
98. VASIL, David. (2018), *Hodnocení ekologické kvality toku Porubka dle metodiky HEM*. VŠB Ostrava, Hornicko-geologická fakulta. Diplomová práce, 101 s.
99. VAUGHAN, P. I., DIAMOND, M., GURNELL, M. A., HALL, K. A., JENKINS, A., MILNER, J. N., NAYLOR, A. L., SEAR, A. D., WOODWARD, G., ORMEROD, J. S. (2009), *Integrating ecology with hydromorphology: a priority for river science and management*. AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS. 19, p. 113-125.
100. VIOLIN, Christy, CADA, Peter, SUDDUTH, Elizabeth, HASSETT, Brooke, PENROSE, David, BERNHARDT, Emily. (2011), *Effects of Urbanization and Urban Stream Restoration on the Physical*

- and Biological Structure of Stream Ecosystems. Ecological Applications: a publication of the Ecological Society of America. DOI: 10.2307/41416629.
101. VRÁNA, Karel, DOSTÁL, Tomáš. (2004), *Hodnocení realizovaných revitalizačních akcí*, p. 27-28. In: VRÁNA, Karel, ed. (2004), *Revitalizace malých vodních toků: součást péče o krajinu*. Praha: Consult. ISBN 80-902132-9-4.
 102. WALSH, Christopher, ROY, Allison, FEMINELLA, Jack, COTTINGHAM, Peter, GROFFMAN, Peter, MORGAN, Raymond. (2005), *The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure*. Am. Benthol. Soc. 24, p. 706-723. DOI: 10.1899/0887-3593(2005)024[0706:TUSSCK\]2.0.CO;2.
 103. WILCOCK, Peter. (1997), *Friction Between Science and Practice: The Case of River Restoration*. EOS Transactions. DOI: 10.1029/97EO00286.
 104. WITHROW-ROBINSON, Brad, BENNETT, Max, AHRENS, Glenn. (2011), *A guide to riparian tree and shrub planting in the Willamette Valley: Steps to Success*. EM 9040, URL: catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em9040.pdf
 105. WLODARCZYK, Anna, MASCARENHAS, Jorge. (2016), *Nature in cities. Renaturalization of river banks in urban areas*. Open Engineering. DOI: 10.1515/eng-2016-0095.
 106. WOHL, Ellen, LANE, Stuart, WILLCOX, Andrew. (2015), *The science and practice of river restoration*. Water Resources Research 51, p. 5974-5997. DOI: 10.1002/2014WR016874.
 107. WOOLSEY, Sharon, CAPELLI, Florence, GONSER, Tom, HOEHN, Eduard, HOSTMANN, Markus, KOEHLER, Junker Berit, PAETZOLD, Achim, ROULIER, Christian, SCHWEIZER, Steffen, TIEGS, Scott, TOCKNER, Klement, WEBER, Christine, PETER, A. (2007), *A Strategy to Assess River Restoration Success*. Freshwater Biology. 52, p. 752-769. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2007.01740.x.
 108. WU, Tien. (1984), *Effect of Vegetation on Slope Stability*.
 109. YOCOM, Ken. (2014), *Building Watershed Narratives: An Approach for Broadening the Scope of Success in Urban Stream Restoration*. Landscape research. DOI: 10.1080/01426397.2014.947249.
 110. ZUNA, Jaromír, SOUKUP, Mojmír. (2007), *Břehové porosty potoků a odvodňovacích kanálů*. In: *Břehové porosty-Sborník referátů*. Česká lesnická společnost. ISBN 978-80-02-01930-5.
 111. ZUNA, Jaroslav. (2004), *Navrhování a vývoj podélného příčného profilu koryta při revitalizaci malých vodních toků*. In: VRÁNA, Karel, ed. (2004), *Revitalizace malých vodních toků: součást péče o krajinu*. Praha: Consult. ISBN 80-902132-9-4.


10.1 Internetové zdroje a zdroje mapových podkladů

1. AOPK ČR. Biogeografické členění. Dostupné z: <https://data.nature.cz/>
2. COPERNICUS. CORINE Land Cover. Dostupné z: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
3. Česká geologická služba. WMS Služba, Geologická mapa 1: 50 000. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Geologie/geocr50/MapServer/WmsServer?>
4. Česká geologická služba. WMS Služba, Půdní mapa 1: 50 000. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Pudy/pudni_typy50/MapServer/WmsServer?
5. ČHMÚ. Historická data. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb#>


6. ČÚZK. Archiválie, Ústřední archiv zeměměřičství a katastru. Dostupné z:
<https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html>
7. ČÚZK. ZABAGED – Základní báze geografických dat České republiky
8. DIBAVOD. Digitální báze vodohospodářských map, VÚV. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/>
9. GEOPORTÁL ČÚZK. WMS služba, Digitální model reliéfu 5G. Dostupné z:
<http://ags.cuzk.cz/arcgis/services/dmr5g/ImageServer/WMSServer>
10. GEOPORTÁL ČÚZK. WMS služba, Ortofoto. Dostupné z:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
11. GEOPORTÁL ČÚZK. WMS služba, Základní mapa ČR 1: 10 000. Dostupné z:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx
12. HEIS VÚV. Úseky toků v jemném dělení. Dostupné z:
https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=MAPWND_MAIN
13. Mapy.cz. Historická mapa z 19. století. Dostupné z:
<https://mapy.cz/19stoleti?x=14.4128360&y=50.0819960&z=11>
14. Mapy.cz. Základní mapa. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4128360&y=50.0819960&z=11>
15. OLDMAPS GEOLAB. Prohlížení map 2. vojenského mapování. Dostupné z:
http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=2vm
16. PLADIAS. Fytogeografické členění České republiky. Dostupné z:
<https://www.pladias.cz/download/phytogeography>
17. PRAŽSKÁ PŘÍRODA. Oprava a revitalizace Dalejského potoka v Hlubočepích. [cit. 28.7.2020].
Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/dalejsky-potok/revitalizace-a-opravy-na-dalejskem-potoce/oprava-a-revitalizace-dalejskeho-potoka-v-hlubocepich/>
18. PRAŽSKÁ PŘÍRODA. Revitalizace koryta před Fidlovačkou. [cit. 28.7.2020]. Dostupné z:
<http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/botic/revitalizace-a-opravy-na-botici/revitalizace-koryta-pred-fidlovačkou/>
19. Vyhláška č. 178/2012 Sb. § 2 a) [cit. 25.4.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-178>

11. Přílohy

Příloha 1 – Mapovací formulář metodiky HEM



HEM 2014 - Hydroekologický monitoring
Mapovací formulář



Název toku	Mapovatel
ID úseku	Datum, čas
Délka úseku (m)	ID vodního útvaru

Geometrické charakteristiky úseku					
Hranice úseku	Rúční km	Souřadnice X (m)	Souřadnice Y (m)		
Dolní hranice					
Horní hranice					
Tvar údolí (zakřivenost)	Soutěska	Tvar V	Tvar U	Mečovitý	Plochy
					Asymetrický

1. Upravenost trasy toku (TRA)				
Zdroj dat: TID	Převládající typ	Znamky naplnění	Znamky revitalizace	Historický stav
Spolehlivost stanovení: A B C				
Divočící tok				
Rozvětvený tok				
Meandrující				
Zákruty				
Příčný úsek				

2. Variabilita šířky koryta (VSK)		
Zdroj dat: TID	Minimum	Maximum
Spolehlivost stanovení: A B C		
Šířka koryta (m)		
Šířka hladiny (m)		
Šířka údolní nivy L břeh (m)		
Šířka údolní nivy P břeh (m)		

3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)		
Zdroj dat: TID	Rozsah výskytu (%)	Uměle zvýšené / uměle snížené
Spolehlivost stanovení: A B C		
0-1 m		
1-2 m		
2-4 m		
4 a více m		

4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)		
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Vysoká		
Střední		
Přírodně nízká		
Nízká z důvodu úpravy koryta		

5. Dnový substrát (DNS)		
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Skalni podloží		
Bohvaný (256 mm a více)		
Kameny (64 - 256 mm)		
Šlátek (2 - 64 mm)		
Písek (0,06 - 2 mm)		
Prach/bahně (méně než 0,006 mm)		
Roštovina		
Pevné i lovitelné dno		
Umělý substrát		

6. Upravenost dna (UDN)	
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)
Spolehlivost stanovení: A B C	
Dno bez známek úprav	
Zpevnění dna kamennou dílkou	
Zpevnění dna kamenným pohozem	
Zpevnění dna betonem	
Zatrubnění, zakrytí toku	
Pravidelná prohrábká koryta / zvýšené zahloubení	
Překážky splavenin a umělého substrátu	

7. Mrtvé dříví v korytě (MDK)	
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)
Spolehlivost stanovení: A B C	
Mrtvé dříví a dřevní zbytky v korytě	
Intenzita odstraňování	Jádné / občasné / systematické

8. Struktura dna (STD)	
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)
Spolehlivost stanovení: A B C	
Základní pozorované struktury dna	
Lavice	
Ostrovy	
Mléčiny	
Tůně	
Počaje	
Svalin stupně	

9. Charakter proudění (PRO)			
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)		
Spolehlivost stanovení: A B C			
Vodopád			
Stupně, kaskáda			
Přetřasný úsek			
Slepový proud			
Klouzavý proud			
Tůň			

10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	
Zdroj dat: TID	Rozsah (%)
Spolehlivost stanovení: A B C	
Dynamika bez změny	
Trvalá regulace průtoků (hráz aj.)	
Trvalá regulace průtoků (hráz aj.)	
Trvalá regulace průtoků (hráz aj.)	
Periodické vzrušení (rozřez %)	
Vypouštění (rozřez %)	
Odběry vody (rozřez %)	
Extrémně snížený průtok (% doby)	
Špičkování, rychlé vyklouání průtoků (% doby)	

*** Záznam rozsahu je ve všech případech**
 Procentuální rozsah výskytu je ve všech případech v rámci úseku se zokrouhluje na celé desítky procent.
 V případě lokálně omezeného, ale intenzivního výskytu je ve všech případech záznamováno 1%.

Ministerstvo životního prostředí

12. Upravenost břehu (UBR)		
Zdroj dat: TID	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Břeh bez známek úprav		
Vegetační opavění břehu (přetravní)		
Vegetační opavění břehu (kulturní)		
Rozpad, zpřirodění úpravy (pohoz, zához, rovnání)		
Kamený pohoz, zához, rovnání		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice		
Zpevnění břehu kamennou dílkou		
Zpevnění břehu betonem		
Souvislá úprava profilu		

14. Využití přilehlé zóny (VPZ)		
Zdroj dat: TID	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Přirozený sklon povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intenzivní, průmysl		

15. Využití údolní nivy (VUN)		
Zdroj dat: TID	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Přirozený sklon povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intenzivní, průmysl		

16. Průchodnost inundačního území (PIN)		
Zdroj dat: TID	Výskyt	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Základní inundační stavby v nivě (zakřivenost)		
Liniové stavby napříč nivou - náspý komunikací aj. (počet)		
Povodňové hráze podél koryta (Rozsah %)		
Liniové stavby vedené paralelně s korytem, náspý komunikací aj. (Rozsah %)		
Odsazení hráziválů od koryta (m)		
Zakapadnutí koryta (Rozsah %)		

17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)		
Zdroj dat: TID	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A B C		
Stabilita břeh bez nátrží a akumulací		
Drobné břehové nátrže (do 5 m)		
Rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m)		
Drobné říční akumulace (do 100 m ²)		
Rozsáhlé říční akumulace (nad 100 m ²)		
Omezení bočního pohybu koryta		

Inovativní druhy		
Zdroj dat: TID	Druhy	Četnost
Spolehlivost stanovení: A B C		
Levý břeh		
Pravý břeh		

Fotodokumentace	
18. Fotografie struktury a úpravy vrtajících se k dosazení stavby	

Poznámky	

Ministerstvo životního prostředí

Zdroj: (Langhammer 2014)

Příloha 2 – Ukázka písčitého substrátu v úseku LOU_023



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 3 – Opevnění dna kamennou dlažbou v úseku BOU_019



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 4 – Probíhající sukcese na spadlém kmeni v korytě Loučenského potoka (LOU_034)



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 5 – Ukázka mělčiny v úseku BOU_002



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 6 – Klouzavé proudění v úseku BOU_027



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 7 – Vypouštění splaškových vod v úseku BOU_044



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 8 – Extrémně vysoký výskyt stupňů v úseku BOU_033



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 9 – Opevnění břehů pomocí rozpadlé kamenné rovnaniny (BOU_010)



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 10 – Kombinace trávovbylinné a ruderální břehové vegetace v úseku BOU_022



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 11 – Degradční využití příbřežní zóny v úseku BOU_032



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 12 – Břehové nátrže v úseku BOU_042



Zdroj: *(terénní mapování)*

Příloha 13 - Váhy pro vypočtení hydromorfologického stavu hodnotících parametrů a úseků pro jednotlivé typy vodních útvarů

	Skupiny typů							
	Horský tok (HOR)	Potok vrchovinný (PVR)	Tok vrchovinný (TVR)	Potok pahorkat. na krystaliniku (PPK)	Potok pahorkatinný na sedimentu (PPS)	Tok pahorkatinný (TPK)	Tok nížinný (TNI)	Řeka (REK)
Suma vah	4	4	4	4	4	4	4	4
Koryto a trasa toku	3	3	2.7	2.6	2.6	2.3	1.9	1.8
Upravenost trasy toku (TRA)	1.1	1.1	1.1	1	1	0.9	0.9	0.8
Variabilita šířky koryta (VSK)	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Variabilita zahloubení v podél. profilu (VHL)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Charakter proudění (PRO)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Dno a podélný profil								
Upravenost dna (UDN)	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.15	0.1	0.1
Struktury dna (STD)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1
Dnový substrát (DNS)	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Podélná průchodnost koryta (PPK)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
Břeh a příbřežní zóna	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1
Upravenost břehu (UBR)	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.2	0.2	0.2
Břehová vegetace (BVG)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1
Využití příbřežní zóny (VPZ)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7
Inundační území	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.9	1.1	1.2
Využití údolní nivy (VNI)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7
Průchodnost inundačního území (PIN)	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.2	0.25	0.25
Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.2	0.25	0.25

Zdroj: (Langhammer a kol. 2014)

Příloha 14 - Detailní zaměření morfologicky vymezených úseků Bouřlivce

Název úseku	Délka úseku	ř. km	Nadm. výška	Souřadnice úseku
BOU_001	137,00	5,135 - 5,272	214,00	50.6144914N, 13.7773136E
BOU_002	512,00	5,272 - 5,784	214,00	50.6152881N, 13.7757992E
BOU_003	105,00	5,784 - 5,889	214,00	50.6176014N, 13.7699422E
BOU_004	436,00	5,889 - 6,325	215,00	50.6178286N, 13.7684850E
BOU_005	460,00	6,325 - 6,785	218,00	50.6195006N, 13.7629783E
BOU_006	166,00	6,785 - 6,951	223,00	50.6220294N, 13.7585475E
BOU_007	337,00	6,951 - 7,288	224,00	50.6228542N, 13.7566303E
BOU_008	181,00	7,288 - 7,469	228,00	50.6253883N, 13.7545719E
BOU_009	168,00	7,469 - 7,637	230,00	50.6269581N, 13.7546694E
BOU_010	136,00	7,637 - 7,773	232,00	50.6282847N, 13.7535472E
BOU_011	378,00	7,773 - 8,151	234,00	50.6294964N, 13.7535397E
BOU_012	115,00	8,151 - 8,266	240,00	50.6324222N, 13.7536300E
BOU_013	122,00	8,266 - 8,388	241,00	50.6334356N, 13.7532800E
BOU_014	166,00	8,388 - 8,554	244,11	50.6340719N, 13.7519261E
BOU_015	85,00	8,554 - 8,639	246,00	50.6346969N, 13.7503303E
BOU_016	172,00	8,639 - 8,811	246,00	50.6351700N, 13.7493936E
BOU_017	206,00	8,811 - 9,017	248,00	50.6358214N, 13.7472086E
BOU_018	503,00	9,017 - 9,520	249,43	50.6359903N, 13.7443814E
BOU_019	163,00	9,520 - 9,683	252,00	50.6332467N, 13.7388556E
BOU_020	354,00	9,683 - 10,037	257,00	50.6328206N, 13.7366461E
BOU_021	371,00	10,037 - 10,408	260,00	50.6324508N, 13.7317878E
BOU_022	69,00	10,408 - 10,477	270,00	50.6346717N, 13.7280822E
BOU_023	123,00	10,477 - 10,600	272,00	50.6352306N, 13.7276628E
BOU_024	144,00	10,600 - 10,744	274,00	50.6362331N, 13.7269181E
BOU_025	53,00	10,744 - 10,797	279,22	50.6374031N, 13.7260622E
BOU_026	144,00	10,797 - 10,941	283,00	50.6378303N, 13.7257508E
BOU_027	202,00	10,941 - 11,143	288,63	50.6390442N, 13.7250044E
BOU_028	721,00	11,143 - 11,864	292,00	50.6408472N, 13.7246428E
BOU_029	329,00	11,864 - 12,193	308,00	50.6473025N, 13.7246239E
BOU_030	115,00	12,193 - 12,308	310,00	50.6500225N, 13.7263594E
BOU_031	295,00	12,308 - 12,603	312,57	50.6509319N, 13.7271453E
BOU_032	1540,00	12,603 - 14,143	316,44	50.6532375N, 13.7291533E
BOU_033	750,00	14,143 - 14,893	363,00	50.6625953N, 13.7306147E
BOU_034	218,00	14,893 - 15,111	400,00	50.6684700N, 13.7269103E
BOU_035	100,00	15,111 - 15,211	415,47	50.6703564N, 13.7262489E
BOU_036	121,00	15,211 - 15,332	418,91	50.6712497N, 13.7260992E
BOU_037	163,00	15,332 - 15,495	431,14	50.6722367N, 13.7256494E
BOU_038	110,00	15,495 - 15,605	440,00	50.6735317N, 13.7248914E
BOU_039	68,00	15,605 - 15,673	445,00	50.6743942N, 13.7243956E
BOU_040	37,00	15,673 - 15,710	450,00	50.6749847N, 13.7242750E
BOU_041	234,00	15,710 - 15,944	450,58	50.6753275N, 13.7243283E
BOU_042	270,00	15,944 - 16,214	470,00	50.6772933N, 13.7253436E
BOU_043	201,00	16,214 - 16,415	496,73	50.6796883N, 13.7251897E
BOU_044	316,00	16,415 - 16,731	509,17	50.6814336N, 13.7248339E
BOU_045	594,00	16,731 - 17,325	535,58	50.6839528N, 13.7231692E
BOU_046	123,00	17,325 - 17,448	578,80	50.6881244N, 13.7185650E
BOU_047	96,00	17,448 - 17,544	585,22	50.6888172N, 13.7171186E
BOU_048	136,00	17,544 - 17,680	590,16	50.6895639N, 13.7164136E
BOU_049	192,00	17,680 - 17,872	599,93	50.6903422N, 13.7149319E
BOU_050	133,00	17,872 - 18,005	621,18	50.6912592N, 13.7126808E
BOU_051	322,00	18,005 - 18,327	652,13	50.6923986N, 13.7122450E
BOU_052	260,00	18,327 - 18,587	696,69	50.6949544N, 13.7109175E

Zdroj: (terénní mapování)

Příloha 15 – Detailní zaměření morfologicky vymezených úseků Loučenského potoka

Název úseku	Délka úseku	ř. km	Nadm. výška	Souřadnice úseku
LOU_001	163,00	0 - 0,163	214,00	50.6154858N, 13.7745008E
LOU_002	194,00	0,163 - 0,357	215,00	50.6157994N, 13.7722278E
LOU_003	262,00	0,357 - 0,619	223,43	50.6152778N, 13.7696111E
LOU_004	410,00	0,619 - 1,029	225,8	50.6150619N, 13.7660356E
LOU_005	299,00	1,029 - 1,328	226,00	50.6166381N, 13.7607975E
LOU_006	206,00	1,328 - 1,534	226,00	50.6178269N, 13.7570061E
LOU_007	455,00	1,534 - 1,989	226,00	50.6188172N, 13.7545792E
LOU_008	199,00	1,989 - 2,188	226,00	50.6158389N, 13.7523272E
LOU_009	201,00	2,188 - 2,389	226,00	50.6145119N, 13.7507614E
LOU_010	250,00	2,389 - 2,639	226,00	50.6143950N, 13.7479619E
LOU_011	161,00	2,639 - 2,800	226,00	50.6144264N, 13.7444328E
LOU_012	507,00	2,800 - 3,307	226,00	50.6147119N, 13.7422094E
LOU_013	357,00	3,307 - 3,664	229,00	50.6146100N, 13.7358606E
LOU_014	230,00	3,664 - 3,894	229,00	50.6146178N, 13.7319508E
LOU_015	106,00	3,894 - 4,000	229,00	50.6153189N, 13.7289008
LOU_016	365,00	4,000 - 4,365	230,00	50.6155564N, 13.7274589E
LOU_017	246,00	4,365 - 4,611	233,00	50.6155386N, 13.7223747E
LOU_018	171,00	4,611 - 4,782	235,68	50.6152053N, 13.7189406E
LOU_019	1082,00	4,782 - 5,864	235,73	50.6147008N, 13.7167772E
LOU_020	217,00	5,864 - 6,081	236,94	50.6102472N, 13.7034828E
LOU_021	168,00	6,081 - 6,249	242,91	50.6100267N, 13.7005386E
LOU_022	225,00	6,249 - 6,474	245,00	50.6087942N, 13.6992031E
LOU_023	65,00	6,474 - 6,539	247,13	50.6070622N, 13.6975794E
LOU_024	194,00	6,539 - 6,733	247,20	50.6065683N, 13.6971111E
LOU_025	404,00	6,733 - 7,137	248,00	50.6050903N, 13.6958531E
LOU_026	169,00	7,137 - 7,306	253,06	50.6036239N, 13.6909297E
LOU_027	357,00	7,306 - 7,663	255,00	50.6028933N, 13.6888650E
LOU_028	392,00	7,663 - 8,055	259,44	50.6004447N, 13.6858594E
LOU_029	242,00	8,055 - 8,297	264,00	50.5988881N, 13.6812825E
LOU_030	174,00	8,297 - 8,471	267,94	50.5976886N, 13.6784347E
LOU_031	60,00	8,471 - 8,531	274,59	50.5976519N, 13.6761803E
LOU_032	228,00	8,531 - 8,759	275,91	50.5977417N, 13.6753739E
LOU_033	185,00	8,759 - 8,944	282,00	50.5982350N, 13.6725003E
LOU_034	171,00	8,944 - 9,115	288,00	50.5994314N, 13.6706625E
LOU_035	153,00	9,115 - 9,268	294,00	50.6002011N, 13.6685450E
LOU_036	164,00	9,268 - 9,432	301,00	50.6008233N, 13.6666156E
LOU_037	340,00	9,432 - 9,772	305,62	50.6018636N, 13.6650814E
LOU_038	291,00	9,772 - 10,063	319,40	50.6044956N, 13.6627897E
LOU_039	386,00	10,063 - 10,449	329,53	50.6061742N, 13.6601389E
LOU_040	124,00	10,449 - 10,573	353,83	50.6092683N, 13.6578772E
LOU_041	232,00	10,573 - 10,805	363,00	50.6103675N, 13.6575436E
LOU_042	661,00	10,805 - 11,466	371,60	50.6124658N, 13.6577494E
LOU_043	256,00	11,466 - 11,722	408,94	50.6171264N, 13.6533481E
LOU_044	202,00	11,722 - 11,924	425,00	50.6188108N, 13.6511581E
LOU_045	115,00	11,924 - 12,039	440,00	50.6202108N, 13.6495269E
LOU_046	75,00	12,039 - 12,114	445,00	50.6210311N, 13.6485492E
LOU_047	1047,00	12,114 - 13,161	449,39	50.6215611N, 13.6480094E
LOU_048	1106,00	13,161 - 14,267	534,91	50.6300269N, 13.6425008E
LOU_049	388,00	14,267 - 14,655	643,80	50.6381586N, 13.6365036E

Zdroj: (terénní mapování)

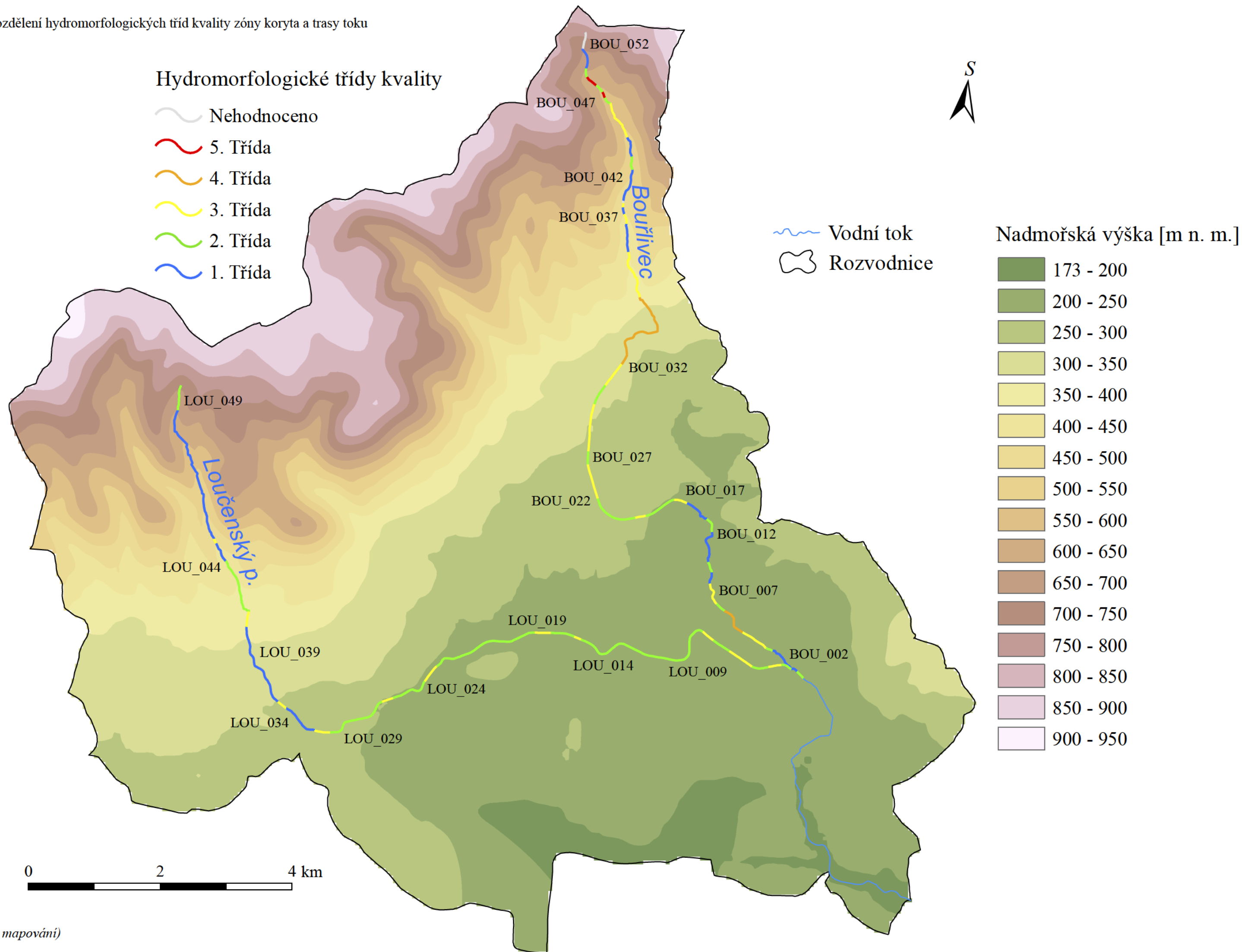
Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	Koryto a trasa toku	HMT	Dno a podélný profil	HMT	Břeh a příbřežní zóna	HMT	Inundační území	HMT
BOU_001	137,00	TPK	1,57	2	1,67	2	1,25	1	2,22	2
BOU_002	512,00	TPK	1,21	1	1,50	1	2,13	2	2,11	2
BOU_003	105,00	TPK	1,57	2	1,89	2	3,75	4	4,22	4
BOU_004	436,00	TPK	2,86	3	1,89	2	4,38	4	4,78	5
BOU_005	460,00	TPK	3,57	4	3,00	3	4,63	5	4,78	5
BOU_006	166,00	TPK	2,14	2	1,72	2	3,75	4	4,00	4
BOU_007	337,00	TPK	2,79	3	2,28	2	3,75	4	3,33	3
BOU_008	181,00	TPK	1,50	1	2,33	2	2,88	3	1,67	2
BOU_009	168,00	TPK	2,14	2	1,89	2	3,38	3	3,33	3
BOU_010	136,00	TPK	1,50	1	2,11	2	4,25	4	4,33	4
BOU_011	378,00	TPK	1,43	1	1,39	1	3,50	3	2,44	2
BOU_012	115,00	TPK	2,14	2	1,83	2	3,38	3	3,67	4
BOU_013	122,00	TPK	2,21	2	3,44	3	4,63	5	4,33	4
BOU_014	166,00	TPK	1,50	1	2,33	2	3,50	3	3,33	3
BOU_015	85,00	TPK	1,43	1	1,22	1	2,25	2	1,67	2
BOU_016	172,00	TPK	1,21	1	1,39	1	1,50	1	1,67	2
BOU_017	206,00	TPK	2,64	3	1,67	2	1,50	1	1,89	2
BOU_018	503,00	TPK	2,14	2	2,94	3	2,25	2	3,11	3
BOU_019	163,00	TPK	3,14	3	3,72	4	3,13	3	3,11	3
BOU_020	354,00	TPK	2,21	2	1,89	2	2,88	3	3,11	3
BOU_021	371,00	TPK	2,50	2	2,83	3	2,50	2	2,56	3
BOU_022	69,00	TPK	2,71	3	2,56	3	1,63	2	2,56	3
BOU_023	123,00	TPK	2,79	3	1,89	2	1,63	2	2,56	3
BOU_024	144,00	TPK	3,14	3	2,83	3	3,75	4	4,22	4
BOU_025	53,00	TPK	2,86	3	1,89	2	3,50	3	4,22	4
BOU_026	144,00	TPK	3,21	3	3,72	4	3,75	4	4,22	4
BOU_027	202,00	TPK	2,07	2	1,56	2	3,75	4	4,00	4
BOU_028	721,00	TPK	3,07	3	4,17	4	3,75	4	3,67	4
BOU_029	329,00	PPS	2,07	2	1,45	1	2,19	2	2,25	2
BOU_030	115,00	PPS	3,07	3	2,77	3	1,88	2	2,75	3
BOU_031	295,00	PPS	2,93	3	1,86	2	2,69	3	2,25	2
BOU_032	1540,00	PPS	3,80	4	4,36	4	4,81	5	5,00	5
BOU_033	750,00	PPK	2,53	3	4,77	5	4,50	4	4,25	4
BOU_034	218,00	PPK	1,33	1	2,68	3	3,81	4	4,00	4
BOU_035	100,00	PPK	1,47	1	2,23	2	4,13	4	3,75	4
BOU_036	121,00	PPK	1,40	1	1,18	1	3,81	4	3,75	4
BOU_037	163,00	PPK	2,60	3	3,32	3	4,50	4	3,75	4
BOU_038	110,00	PPK	1,33	1	1,95	2	1,94	2	2,50	2
BOU_039	68,00	PPK	2,53	3	4,23	4	2,81	3	2,75	3
BOU_040	37,00	PPK	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
BOU_041	234,00	PPK	1,47	1	1,82	2	2,81	3	2,00	2
BOU_042	270,00	PPK	1,40	1	1,18	1	2,81	3	2,00	2
BOU_043	201,00	PVR	1,60	2	1,64	2	3,43	3	2,67	3
BOU_044	316,00	PVR	1,43	1	3,16	3	3,57	4	4,00	4
BOU_045	594,00	PVR	2,69	3	4,76	5	4,29	4	5,00	5
BOU_046	123,00	PVR	2,40	2	3,56	4	3,29	3	3,33	3
BOU_047	96,00	PVR	5,00	5	5,00	5	5,00	5	5,00	5
BOU_048	136,00	PVR	1,89	2	2,36	2	2,29	2	3,00	3
BOU_049	192,00	PVR	5,00	5	5,00	5	5,00	5	5,00	5
BOU_050	133,00	PVR	1,51	2	3,32	3	1,43	1	2,67	3
BOU_051	322,00	PVR	1,17	1	2,04	2	1,00	1	2,33	2
BOU_052	260,00	PVR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

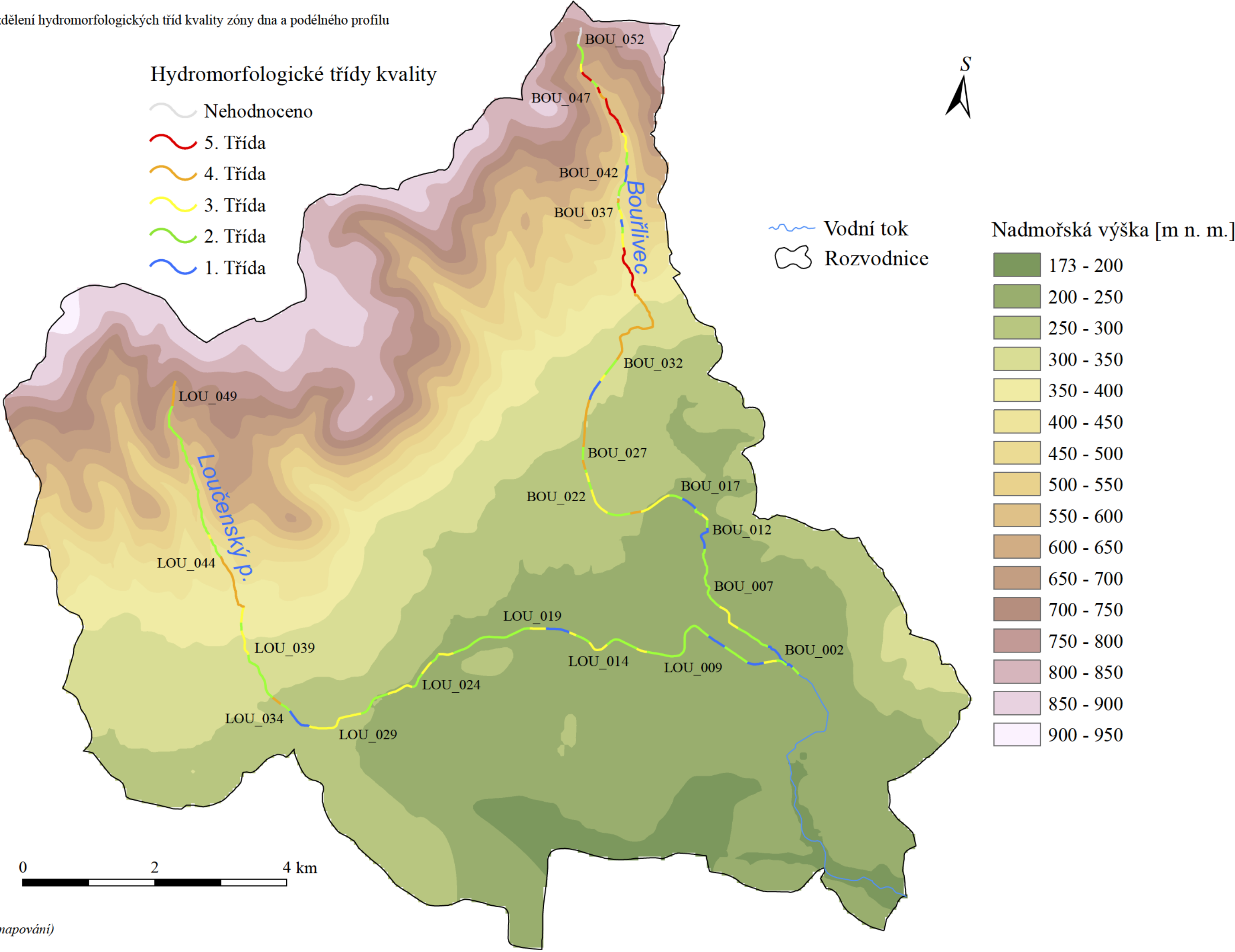
Zdroj: (terénní mapování)

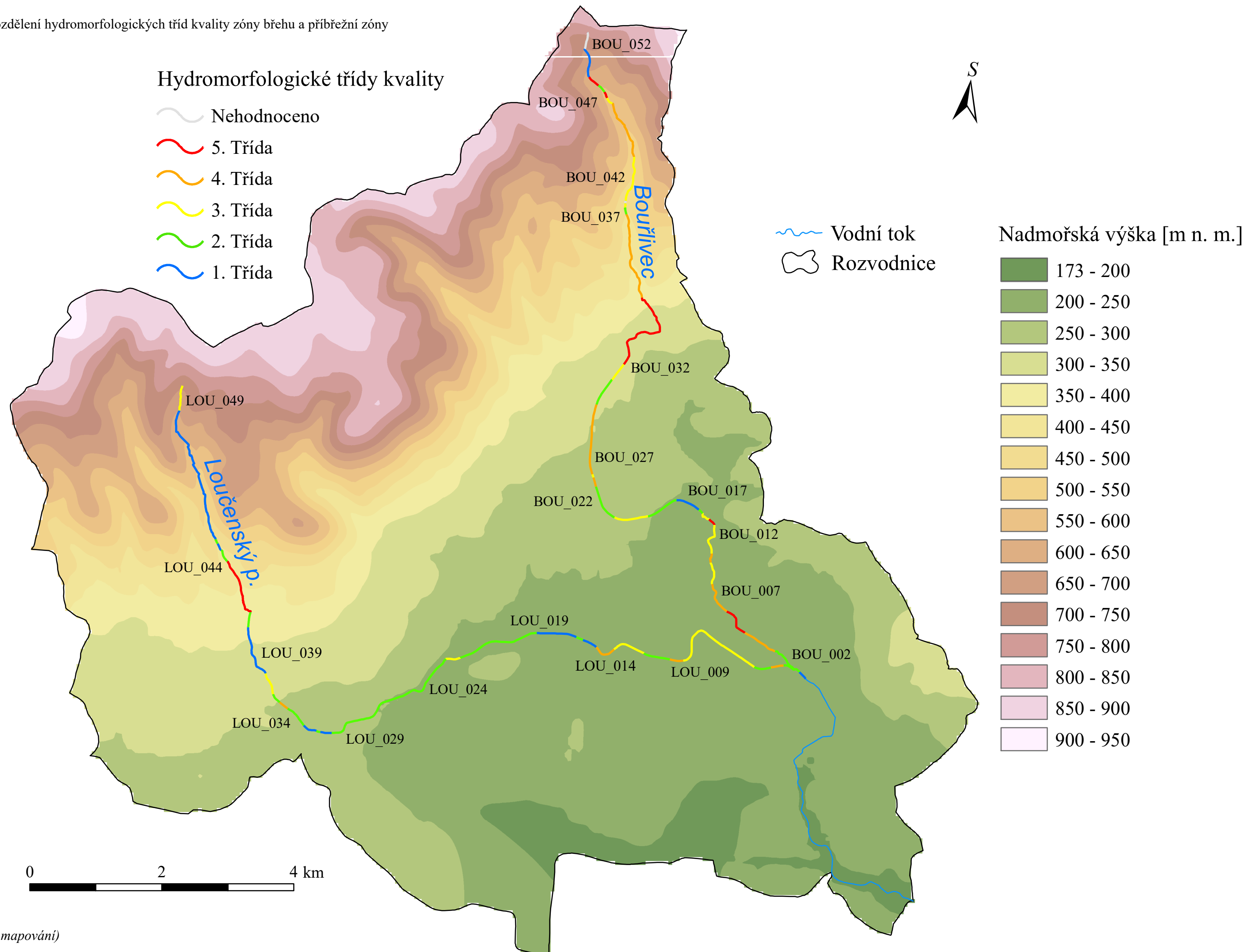
Příloha 17 - Přehled výsledků hydromorfologického mapování vybraných zón Loučenského potoka

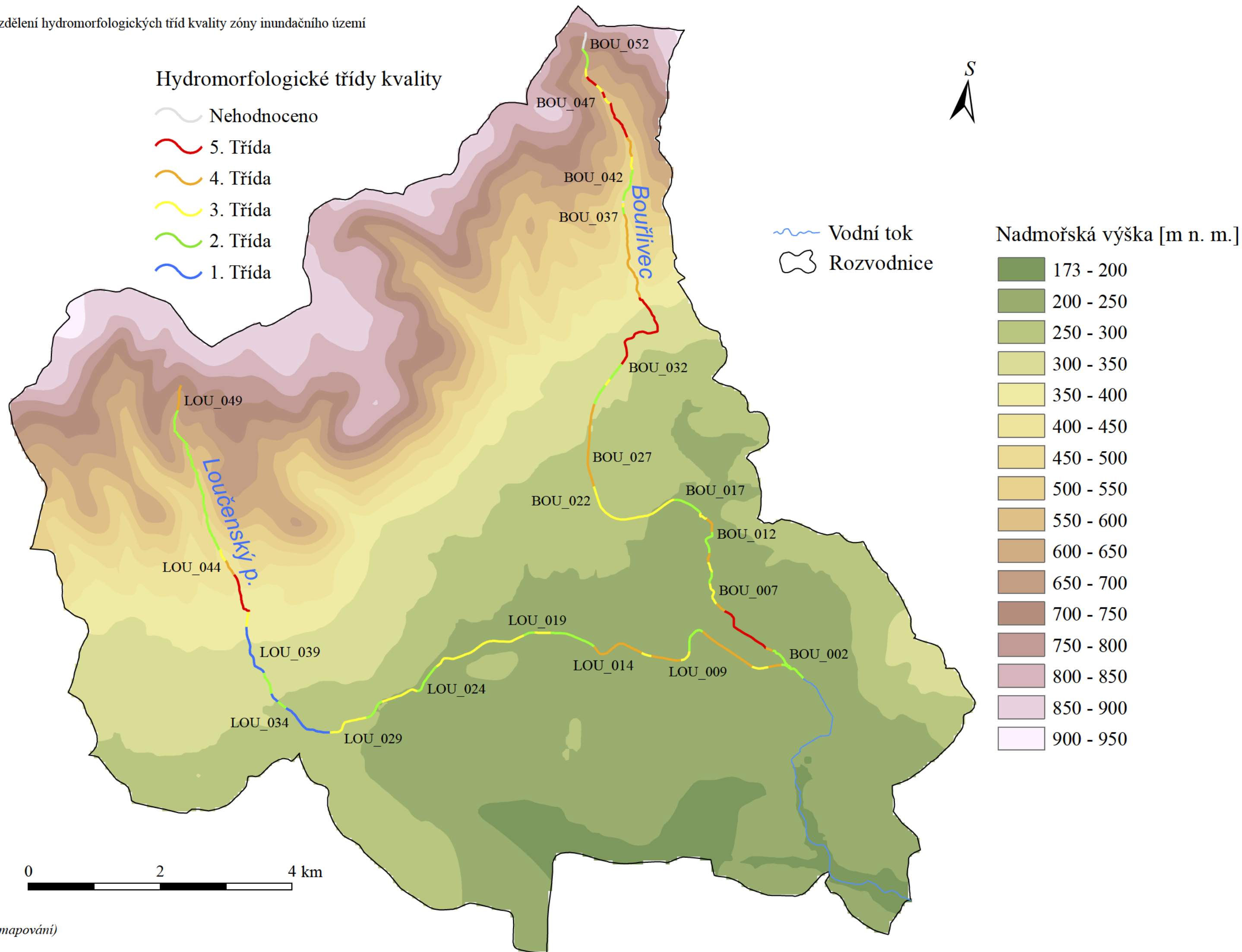
Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	Koryto a trasa toku	HMT	Dno a podélný profil	HMT	Břeh a příbřežní zóna	HMT	Inundační území	HMT
LOU_001	163,00	TPK	2,29	2	2,22	2	2,25	2	2,22	2
LOU_002	194,00	TPK	3,00	3	3,28	3	3,75	4	4,22	4
LOU_003	262,00	TPK	2,14	2	1,39	1	2,50	2	3,00	3
LOU_004	410,00	TPK	2,79	3	1,67	2	3,50	3	3,56	4
LOU_005	299,00	TPK	2,14	2	1,39	1	3,13	3	3,56	4
LOU_006	206,00	TPK	2,79	3	1,72	2	3,50	3	3,78	4
LOU_007	455,00	TPK	2,14	2	2,17	2	3,00	3	2,00	2
LOU_008	199,00	TPK	2,43	2	2,50	2	3,13	3	2,78	3
LOU_009	201,00	TPK	2,29	2	1,89	2	4,13	4	4,11	4
LOU_010	250,00	TPK	2,21	2	1,72	2	2,25	2	3,78	4
LOU_011	161,00	TPK	2,43	2	2,83	3	2,50	2	3,11	3
LOU_012	507,00	TPK	2,36	2	2,33	2	3,50	3	3,56	4
LOU_013	357,00	TPK	2,50	2	2,78	3	4,13	4	4,33	4
LOU_014	230,00	TPK	2,07	2	1,72	2	1,25	1	1,89	2
LOU_015	106,00	TPK	3,00	3	2,67	3	1,63	2	1,89	2
LOU_016	365,00	TPK	2,21	2	1,11	1	1,38	1	1,89	2
LOU_017	246,00	TPK	3,14	3	2,83	3	1,25	1	2,56	3
LOU_018	171,00	TPK	2,21	2	2,50	2	1,88	2	2,11	2
LOU_019	1082,00	TPK	2,21	2	1,56	2	1,63	2	2,56	3
LOU_020	217,00	TPK	2,43	2	2,83	3	3,13	3	2,56	3
LOU_021	168,00	TPK	2,29	2	1,94	2	1,63	2	2,56	3
LOU_022	225,00	TPK	3,14	3	2,83	3	1,63	2	2,33	2
LOU_023	65,00	TPK	2,93	3	1,56	2	1,63	2	2,33	2
LOU_024	194,00	TPK	2,21	2	1,94	2	1,63	2	2,33	2
LOU_025	404,00	TPK	2,21	2	2,83	3	1,63	2	2,56	3
LOU_026	169,00	TPK	3,00	3	2,22	2	1,63	2	2,56	3
LOU_027	357,00	TPK	2,14	2	1,72	2	1,63	2	2,11	2
LOU_028	392,00	TPK	2,21	2	2,78	3	1,63	2	2,56	3
LOU_029	242,00	TPK	2,50	2	2,83	3	2,50	2	2,56	3
LOU_030	174,00	PPS	2,80	3	2,77	3	1,38	1	1,50	1
LOU_031	60,00	PPS	2,87	3	2,59	3	2,13	2	1,50	1
LOU_032	228,00	PPS	1,20	1	1,36	1	1,38	1	1,00	1
LOU_033	185,00	PPS	1,20	1	1,36	1	1,57	2	1,00	1
LOU_034	171,00	PPS	1,13	1	1,82	2	1,57	2	1,00	1
LOU_035	153,00	PPS	2,87	3	3,73	4	3,81	4	2,00	2
LOU_036	164,00	PPS	1,27	1	1,59	2	2,50	2	1,50	1
LOU_037	340,00	PPS	1,13	1	2,32	2	2,69	3	2,00	2
LOU_038	291,00	PPS	1,27	1	2,36	2	1,44	1	1,50	1
LOU_039	386,00	PPS	1,20	1	2,59	3	1,00	1	1,00	1
LOU_040	124,00	PPS	1,13	1	2,05	2	1,00	1	1,00	1
LOU_041	232,00	PPS	3,13	3	3,23	3	2,44	2	3,00	3
LOU_042	661,00	PPK	2,47	2	4,45	4	5,00	5	4,75	5
LOU_043	256,00	PPK	2,47	2	4,23	4	4,63	5	4,25	4
LOU_044	202,00	PPK	1,33	1	2,00	2	2,00	2	3,00	3
LOU_045	115,00	PPK	1,27	1	1,95	2	1,00	1	2,00	2
LOU_046	75,00	PPK	3,13	3	3,28	3	2,50	2	2,50	2
LOU_047	1047,00	PPK	1,20	1	2,23	2	1,00	1	2,00	2
LOU_048	1106,00	PVR	1,43	1	1,96	2	1,00	1	2,33	2
LOU_049	388,00	PVR	2,40	2	4,32	4	2,71	3	4,33	4

Zdroj: (terénní mapování)









Příloha 22 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování Bouřlivce

Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	HMS	Třída
BOU 001	137,00	TPK	1,68	2
BOU 002	512,00	TPK	1,66	2
BOU 003	105,00	TPK	2,68	3
BOU 004	436,00	TPK	3,38	3
BOU 005	460,00	TPK	3,93	4
BOU 006	166,00	TPK	2,79	3
BOU 007	337,00	TPK	2,99	3
BOU 008	181,00	TPK	1,95	2
BOU 009	168,00	TPK	2,60	3
BOU 010	136,00	TPK	2,83	3
BOU 011	378,00	TPK	1,97	2
BOU 012	115,00	TPK	2,66	3
BOU 013	122,00	TPK	3,43	3
BOU 014	166,00	TPK	2,50	2
BOU 015	85,00	TPK	1,58	2
BOU 016	172,00	TPK	1,41	1
BOU 017	206,00	TPK	2,03	2
BOU 018	503,00	TPK	2,56	3
BOU 019	163,00	TPK	3,26	3
BOU 020	354,00	TPK	2,43	2
BOU 021	371,00	TPK	2,59	3
BOU 022	69,00	TPK	2,48	2
BOU 023	123,00	TPK	2,23	2
BOU 024	144,00	TPK	3,44	3
BOU 025	53,00	TPK	3,08	3
BOU 026	144,00	TPK	3,66	4
BOU 027	202,00	TPK	2,73	3
BOU 028	721,00	TPK	3,59	4
BOU 029	329,00	PPS	1,95	2
BOU 030	115,00	PPS	2,70	3
BOU 031	295,00	PPS	2,49	2
BOU 032	1540,00	PPS	4,34	4
BOU 033	750,00	PPK	3,80	4
BOU 034	218,00	PPK	2,43	2
BOU 035	100,00	PPK	2,55	3
BOU 036	121,00	PPK	1,95	2
BOU 037	163,00	PPK	3,35	3
BOU 038	110,00	PPK	1,80	2
BOU 039	68,00	PPK	3,09	3
BOU 040	37,00	PPK	MVN	N/A
BOU 041	234,00	PPK	1,91	2
BOU 042	270,00	PPK	1,71	2
BOU 043	201,00	PVR	2,01	2
BOU 044	316,00	PVR	2,54	3
BOU 045	594,00	PVR	3,80	4
BOU 046	123,00	PVR	3,08	3
BOU 047	96,00	PVR	ZAT	5
BOU 048	136,00	PVR	2,08	2
BOU 049	192,00	PVR	ZAT	5
BOU 050	133,00	PVR	2,15	2
BOU 051	322,00	PVR	1,50	1
BOU 052	260,00	PVR	SU	N/A

Zdroj: (terénní mapování)

Příloha 23 - Vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkový hydromorfologický stav morfologicky vymezených úseků Bouřlivce

Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK	HMS	Třída	HMS vodního útvaru
BOU_001	137,00	TPK	1	3	1	2	2	1	3	3	2	5	1	1	3	1	2	1	4	1,68	2	2,89
BOU_002	512,00	TPK	1	1	1	2	3	2	2	1	1	3	1	2	3	2	3	1	1	1,66	2	
BOU_003	105,00	TPK	1	2	5	2	1	3	3	3	1	3	1	3	4	4	4	5	4	2,68	3	
BOU_004	436,00	TPK	3	2	5	2	1	3	3	3	1	3	1	3	4	5	5	5	4	3,38	3	
BOU_005	460,00	TPK	4	1	3	5	5	5	3	5	2	3	1	4	4	5	5	5	4	3,93	4	
BOU_006	166,00	TPK	2	2	5	2	1	1	3	4	1	2	1	3	4	4	4	4	4	2,79	3	
BOU_007	337,00	TPK	3	1	5	2	1	1	3	2	1	3	3	3	4	4	4	1	4	2,99	3	
BOU_008	181,00	TPK	1	2	5	2	1	3	3	3	2	1	2	2	2	3	1	1	4	1,95	2	
BOU_009	168,00	TPK	2	1	5	2	1	3	3	3	2	2	1	2	3	4	4	1	4	2,60	3	
BOU_010	136,00	TPK	1	2	5	2	1	3	2	5	1	2	1	3	3	5	5	3	4	2,83	3	
BOU_011	378,00	TPK	1	1	4	2	1	1	3	2	1	3	1	2	4	4	2	3	3	1,97	2	
BOU_012	115,00	TPK	2	3	5	2	1	1	3	2	1	1	2	2	3	4	3	5	4	2,66	3	
BOU_013	122,00	TPK	2	1	5	4	4	5	3	5	1	2	2	4	4	5	5	3	4	3,43	3	
BOU_014	166,00	TPK	1	2	4	2	1	3	3	3	2	2	2	2	4	4	4	1	4	2,50	2	
BOU_015	85,00	TPK	1	2	4	2	1	1	3	1	1	1	1	2	4	2	1	3	2	1,58	2	
BOU_016	172,00	TPK	1	3	4	1	1	1	3	2	1	1	1	2	3	1	1	3	2	1,41	1	
BOU_017	206,00	TPK	3	1	5	2	1	1	3	1	1	1	2	2	3	1	1	5	1	2,03	2	
BOU_018	503,00	TPK	2	2	4	2	1	3	3	4	1	3	3	2	4	2	2	5	4	2,56	3	
BOU_019	163,00	TPK	3	4	5	5	5	4	3	5	1	2	3	3	4	3	2	5	4	3,26	3	
BOU_020	354,00	TPK	2	3	5	2	1	1	3	5	2	1	1	1	4	3	2	5	4	2,43	2	
BOU_021	371,00	TPK	2	3	5	5	5	4	3	5	2	2	1	3	4	2	1	5	4	2,59	3	
BOU_022	69,00	TPK	3	4	3	4	4	3	3	5	1	1	1	2	4	1	1	5	4	2,48	2	
BOU_023	123,00	TPK	3	2	3	2	1	1	3	5	1	3	1	1	4	1	1	5	4	2,23	2	
BOU_024	144,00	TPK	3	4	5	5	5	4	3	5	2	1	1	3	4	4	4	5	4	3,44	3	
BOU_025	53,00	TPK	3	4	5	2	1	1	3	5	1	1	1	2	4	4	4	5	4	3,08	3	
BOU_026	144,00	TPK	3	3	5	5	5	4	3	5	2	3	3	3	4	4	4	5	4	3,66	4	
BOU_027	202,00	TPK	2	3	5	1	1	1	3	3	1	1	1	1	3	5	4	5	3	2,73	3	
BOU_028	721,00	TPK	3	3	5	5	5	4	3	5	2	1	4	3	4	4	3	5	4	3,59	4	
BOU_029	329,00	PPS	2	3	3	2	2	1	2	3	2	1	1	3	4	1	1	5	2	1,95	2	
BOU_030	115,00	PPS	3	3	5	5	5	4	3	5	2	1	1	2	4	1	1	5	4	2,70	3	
BOU_031	295,00	PPS	3	3	4	2	2	1	3	2	2	3	2	3	4	2	1	5	2	2,49	2	
BOU_032	1540,00	PPS	4	1	5	5	5	5	3	5	2	4	4	5	4	5	5	5	5	4,34	4	
BOU_033	750,00	PPK	2	2	5	5	5	5	4	4	2	4	5	5	5	4	4	4	5	3,80	4	
BOU_034	218,00	PPK	1	1	1	3	2	3	2	2	2	3	3	4	3	4	4	5	3	2,43	2	
BOU_035	100,00	PPK	1	1	3	3	2	3	2	2	2	3	2	5	3	4	3	5	4	2,55	3	
BOU_036	121,00	PPK	1	1	3	3	2	1	2	1	2	2	1	4	3	4	3	5	4	1,95	2	
BOU_037	163,00	PPK	2	4	5	5	5	4	4	5	2	3	2	5	5	4	3	5	4	3,35	3	
BOU_038	110,00	PPK	1	2	2	3	2	1	4	2	2	1	2	4	1	1	1	5	3	1,80	2	
BOU_039	68,00	PPK	2	1	5	5	5	4	4	5	2	5	4	5	4	1	1	5	4	3,09	3	
BOU_040	37,00	PPK	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	MVN	N/A	
BOU_041	234,00	PPK	1	3	4	1	2	1	4	1	2	2	2	5	4	1	1	5	1	1,91	2	
BOU_042	270,00	PPK	1	2	2	1	2	1	2	1	2	4	1	5	4	1	1	5	1	1,71	2	
BOU_043	201,00	PVR	1	4	2	2	3	1	3	1	3	3	2	4	5	1	1	5	2	2,01	2	
BOU_044	316,00	PVR	1	4	1	2	3	1	5	1	1	4	5	3	4	4	4	5	3	2,54	3	
BOU_045	594,00	PVR	2	2	5	5	5	4	5	5	3	3	5	4	4	5	5	5	5	3,80	4	
BOU_046	123,00	PVR	2	1	3	3	3	5	5	5	3	4	2	3	3	4	4	5	1	3,08	3	
BOU_047	96,00	PVR	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	5	
BOU_048	136,00	PVR	1	2	2	3	3	1	3	2	3	3	3	2	2	3	2	5	2	2,08	2	
BOU_049	192,00	PVR	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	5	
BOU_050	133,00	PVR	1	1	3	3	3	5	5	1	1	3	3	2	1	1	1	5	2	2,15	2	
BOU_051	322,00	PVR	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5	1	1,50	1	
BOU_052	260,00	PVR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SU	N/A	

Zdroj: (terénní mapování)

Příloha 24 – Přehled výsledků hydromorfologického mapování Loučenského potoka

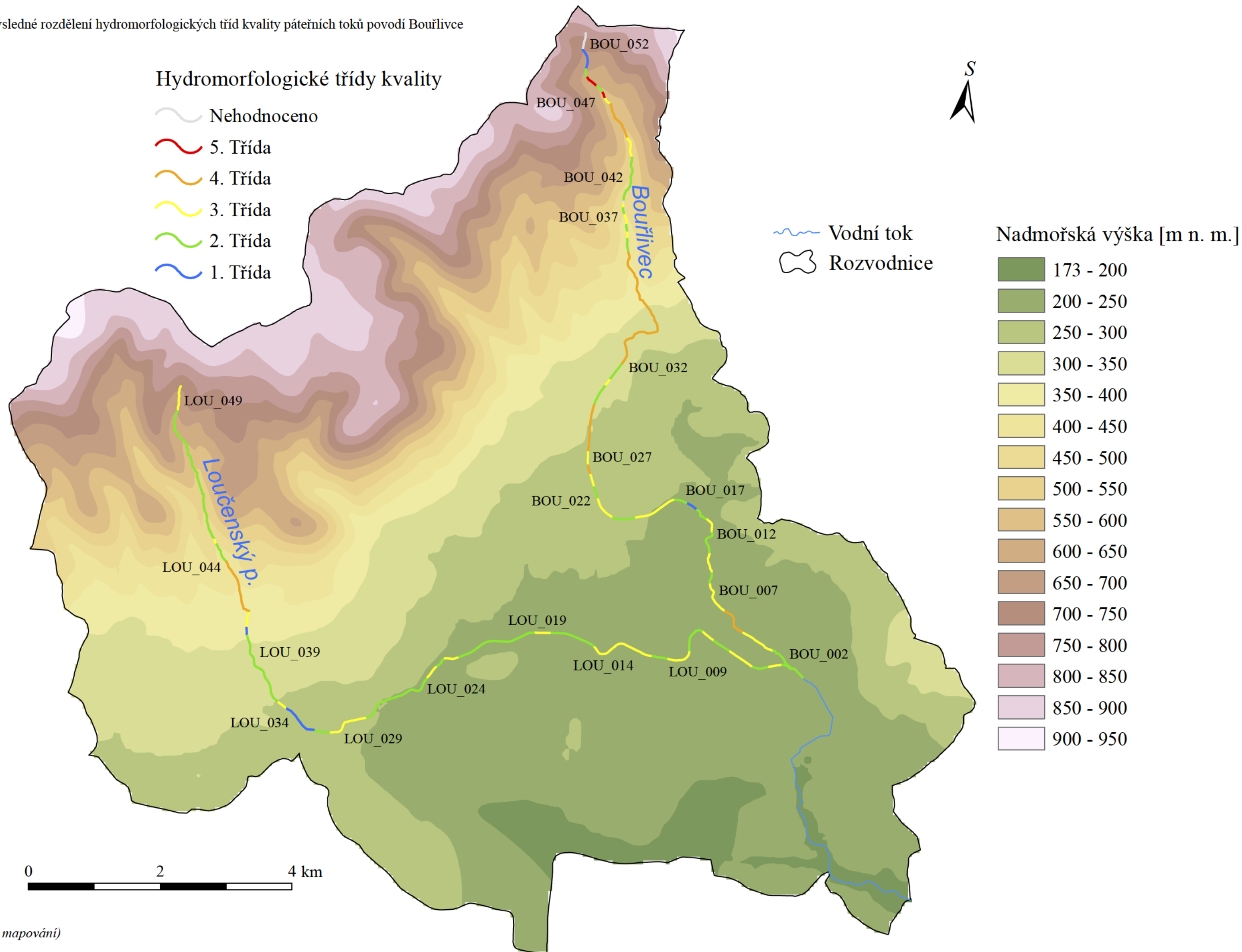
Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	HMS	Třída
LOU_001	163,00	TPK	2,25	2
LOU_002	194,00	TPK	3,50	3
LOU_003	262,00	TPK	2,24	2
LOU_004	410,00	TPK	2,80	3
LOU_005	299,00	TPK	2,49	2
LOU_006	206,00	TPK	2,89	3
LOU_007	455,00	TPK	2,29	2
LOU_008	199,00	TPK	2,66	3
LOU_009	201,00	TPK	2,93	3
LOU_010	250,00	TPK	2,41	2
LOU_011	161,00	TPK	2,69	3
LOU_012	507,00	TPK	2,85	3
LOU_013	357,00	TPK	3,30	3
LOU_014	230,00	TPK	1,79	2
LOU_015	106,00	TPK	2,4	2
LOU_016	365,00	TPK	1,73	2
LOU_017	246,00	TPK	2,56	3
LOU_018	171,00	TPK	2,19	2
LOU_019	1082,00	TPK	2,03	2
LOU_020	217,00	TPK	2,69	3
LOU_021	168,00	TPK	2,14	2
LOU_022	225,00	TPK	2,59	3
LOU_023	65,00	TPK	2,23	2
LOU_024	194,00	TPK	2,06	2
LOU_025	404,00	TPK	2,31	2
LOU_026	169,00	TPK	2,45	2
LOU_027	357,00	TPK	1,94	2
LOU_028	392,00	TPK	2,55	3
LOU_029	242,00	TPK	2,59	3
LOU_030	174,00	PPS	2,34	2
LOU_031	60,00	PPS	2,44	2
LOU_032	228,00	PPS	1,25	1
LOU_033	185,00	PPS	1,28	1
LOU_034	171,00	PPS	1,39	1
LOU_035	153,00	PPS	3,16	3
LOU_036	164,00	PPS	1,64	2
LOU_037	340,00	PPS	1,90	2
LOU_038	291,00	PPS	1,61	2
LOU_039	386,00	PPS	1,51	2
LOU_040	124,00	PPS	1,34	1
LOU_041	232,00	PPS	3,00	3
LOU_042	661,00	PPK	3,86	4
LOU_043	256,00	PPK	3,65	4
LOU_044	202,00	PPK	1,90	2
LOU_045	115,00	PPK	1,51	2
LOU_046	75,00	PPK	2,95	3
LOU_047	1047,00	PPK	1,56	2
LOU_048	1106,00	PVR	1,59	2
LOU_049	388,00	PVR	3,20	3

Zdroj: (terénní mapování)

Příloha 25 - Vliv výsledného skóre hodnotících parametrů na celkový hydromorfologický stav morfologicky vymezených úseků Loučenského potoka

Název úseku	Délka úseku	Typologie vodního útvaru	TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK	HMS	Třída	HMS vodního útvaru
LOU_001	163,00	TPK	2	2	1	5	1	4	3	4	2	4	1	3	2	2	2	1	4	2,25	2	2,30
LOU_002	194,00	TPK	3	2	5	5	5	4	3	5	2	1	2	3	4	4	4	5	4	3,50	3	
LOU_003	262,00	TPK	2	3	5	2	1	1	3	2	1	1	1	1	3	3	3	5	1	2,24	2	
LOU_004	410,00	TPK	3	2	5	2	3	2	2	2	1	2	1	2	2	4	4	5	1	2,80	3	
LOU_005	299,00	TPK	2	3	5	2	2	1	2	2	1	1	1	1	3	4	4	5	1	2,49	2	
LOU_006	206,00	TPK	3	3	5	2	1	2	2	3	1	1	1	2	4	4	4	5	2	2,89	3	
LOU_007	455,00	TPK	2	3	3	3	3	4	2	3	1	2	1	3	3	3	2	2	2	2,29	2	
LOU_008	199,00	TPK	2	3	4	5	5	3	3	4	1	3	1	3	4	3	3	2	3	2,66	3	
LOU_009	201,00	TPK	2	4	5	2	1	2	3	4	1	2	1	1	4	5	5	5	1	2,93	3	
LOU_010	250,00	TPK	2	4	5	2	1	2	3	3	1	1	1	2	2	2	4	5	2	2,41	2	
LOU_011	161,00	TPK	2	4	5	5	5	4	3	5	1	1	1	3	4	2	2	5	4	2,69	3	
LOU_012	507,00	TPK	2	3	5	4	5	3	3	3	1	2	1	2	4	4	4	5	1	2,85	3	
LOU_013	357,00	TPK	2	3	5	5	5	3	3	3	1	3	2	2	4	5	5	5	2	3,30	3	
LOU_014	230,00	TPK	2	3	4	2	1	2	3	3	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1,79	2	
LOU_015	106,00	TPK	3	4	4	5	5	4	3	4	1	1	1	2	4	1	1	5	1	2,4	2	
LOU_016	365,00	TPK	2	4	4	2	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	1	1,73	2	
LOU_017	246,00	TPK	3	4	5	5	5	4	3	5	2	1	1	1	3	1	1	5	4	2,56	3	
LOU_018	171,00	TPK	2	2	3	5	5	4	3	3	1	2	1	3	4	1	1	5	2	2,19	2	
LOU_019	1082,00	TPK	2	4	5	2	1	2	3	2	1	1	1	2	4	1	1	5	4	2,03	2	
LOU_020	217,00	TPK	2	4	5	5	4	4	3	5	1	1	1	3	4	3	1	5	4	2,69	3	
LOU_021	168,00	TPK	2	4	5	3	3	3	3	2	1	1	1	2	4	1	1	5	4	2,14	2	
LOU_022	225,00	TPK	3	4	5	5	5	4	3	5	2	1	1	2	4	1	1	5	3	2,59	3	
LOU_023	65,00	TPK	3	4	5	2	1	1	3	3	2	1	1	2	4	1	1	5	3	2,23	2	
LOU_024	194,00	TPK	2	3	5	3	3	3	3	2	1	1	1	2	4	1	1	5	3	2,06	2	
LOU_025	404,00	TPK	2	1	5	5	5	4	3	5	1	1	1	2	4	1	1	5	4	2,31	2	
LOU_026	169,00	TPK	3	2	5	5	1	3	3	5	2	1	1	2	4	1	1	5	4	2,45	2	
LOU_027	357,00	TPK	2	1	5	4	1	2	3	3	1	1	1	2	4	1	1	5	2	1,94	2	
LOU_028	392,00	TPK	2	2	5	4	1	2	3	4	1	1	3	2	4	1	1	5	4	2,55	3	
LOU_029	242,00	TPK	2	4	5	5	5	4	3	5	2	1	1	3	4	2	1	5	4	2,59	3	
LOU_030	174,00	PPS	3	2	2	5	5	4	3	5	2	1	1	1	3	1	1	1	3	2,34	2	
LOU_031	60,00	PPS	3	4	3	3	3	4	3	5	2	1	1	4	2	1	1	2	2	2,44	2	
LOU_032	228,00	PPS	1	2	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1,25	1	
LOU_033	185,00	PPS	1	2	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1,28	1	
LOU_034	171,00	PPS	1	1	1	2	2	1	1	3	2	1	2	1	4	1	1	1	1	1,39	1	
LOU_035	153,00	PPS	3	1	3	5	5	4	3	5	2	1	3	4	3	4	2	2	2	3,16	3	
LOU_036	164,00	PPS	1	3	1	2	2	1	2	4	2	1	1	1	1	4	2	1	1	1,64	2	
LOU_037	340,00	PPS	1	1	1	2	1	1	1	4	2	1	3	1	2	4	2	3	1	1,90	2	
LOU_038	291,00	PPS	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2	1,61	2	
LOU_039	386,00	PPS	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1,51	2	
LOU_040	124,00	PPS	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1,34	2	
LOU_041	232,00	PPS	3	4	5	5	5	4	3	5	2	1	2	4	1	2	2	4	4	3,00	3	
LOU_042	661,00	PPK	2	1	5	5	5	5	4	5	2	4	4	5	5	5	5	5	4	3,86	4	
LOU_043	256,00	PPK	2	1	5	5	5	4	4	5	2	4	4	5	3	5	4	5	4	3,65	4	
LOU_044	202,00	PPK	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	5	1	1,90	2	
LOU_045	115,00	PPK	1	1	3	2	2	1	4	2	2	1	2	1	1	1	1	5	1	1,51	2	
LOU_046	75,00	PPK	3	1	5	4	2	3	4	5	2	5	3	4	4	1	1	5	3	2,95	3	
LOU_047	1047,00	PPK	1	1	1	3	2	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	5	1	1,56	2	
LOU_048	1106,00	PVR	1	1	2	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1	1	1	5	1	1,59	2	
LOU_049	388,00	PVR	2	1	3	3	4	5	4	2	3	4	5	1	3	5	4	5	4	3,20	3	

Zdroj: (terénní mapování)



Příloha 27 – Výskyt zmije obecné v příbřežní zóně úseku LOU_047



Zdroj: (terénní mapování)

Příloha 28 – Degradční opevnění betonovými deskami v úseku BOU_005



Zdroj: (terénní mapování)